



W KIERUNKU GOSPODARKI O OBIEGU ZAMKNIĘTYM

MOŻLIWOŚCI I WYZWANIA

Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Biznesowa



Łukasiewicz

Instytut Technologii Eksploatacji



NARODOWY FUNDUSZ
OCHRONY ŚRODOWISKA
i GOSPODARKI WODNEJ

KSIEGA
ABSTRAKTÓW



W KIERUNKU GOSPODARKI O OBIEGU ZAMKNIĘTYM

MOŻLIWOŚCI I WYZWANIA

Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Biznesowa

KSIEGA ABSTRAKTÓW



Łukasiewicz

Instytut Technologii Eksploatacji



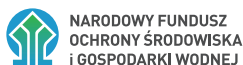
**NARODOWY FUNDUSZ
OCHRONY ŚRODOWISKA
i GOSPODARKI WODNEJ**

W KIERUNKU GOSPODARKI O OBIEGU ZAMKNIĘTYM

MOŻLIWOŚCI I WYZWANIA

Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Biznesowa

Radom 2023



Konferencja dofinansowana ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Komitet Naukowy

Przewodniczący Konferencji

Dr Tomasz Dąbrowski – Dyrektor Sieci Badawczej Łukasiewicz – Instytutu Technologii Eksploatacji

Dr hab. inż. Krystian Szczepański – Dyrektor Instytutu Ochrony Środowiska – Państwowego Instytutu Badawczego

Rada Programowa

Prof. dr hab. inż. Marcin Zieliński – Uniwersytet Warmińsko-Mazurski

Prof. dr hab. inż. Paweł Parzuchowski – Politechnika Warszawska

Prof. dr hab. inż. Tomasz Wasilewski – Uniwersytet Radomski

Prof. dr hab. inż. Jerzy Smolik – Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji

Dr hab. Elżbieta Wilk-Woźniak, prof. IOP PAN – Instytut Ochrony Przyrody Polskiej Akademii Nauk

Dr hab. inż. Danuta Ciechańska – Wiceprezes Stowarzyszenia Klaster Biogospodarki

Dr hab. inż. Andrzej Zbrowski – Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji

Dr hab. Marcin Konkol – Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Nowych Syntez Chemicznych

Prof. dr hab. Małgorzata Wojtkowska – Politechnika Warszawska

Dr hab. Marzena Smol, prof. IGSMiE PAN – Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk

Dr hab. inż. Jarosław Molenda – Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji

Dr hab. inż. Maciej Szwał, prof. PW – Politechnika Warszawska

Dr hab. inż. Michał Strankowski, prof. PG – Politechnika Gdańska

Dr hab. inż. Zbigniew Mikołajczyk, prof. PŁ – Politechnika Łódzka

Dr inż. Renata Żyłta – Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny

Dr Marzena Walasik – Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji

Komitet Organizacyjny

Dr inż. Anna Kowalik-Klimczak – Przewodnicząca

Dr inż. Jolanta Janiszewska – Wiceprzewodnicząca

Mgr inż. Paulina Rajewska – Sekretarz

Inż. Mateusz Stachura – wsparcie techniczne

Mgr Anna Skrok – oprawa graficzna



PROGRAM KONFERENCJI

9:30-10:00	Rejestracja gości i powitalna kawa
10.00	Otwarcie i prowadzenie konferencji: Piotr Zacharski
10:00-10:10	Przywitanie zaproszonych gości <i>Tomasz Dąbrowski – Dyrektor Sieci Badawczej Łukasiewicz – Instytutu Technologii Eksploatacji</i>
10:10-10:30	Wykład otwierający konferencję Gospodarka o Obiegu Zamkniętym – znaczenie, korzyści i wyzwania. Biomasa odpadowa, dane BDO <i>Krystian Szczepański – Dyrektor Instytutu Ochrony Środowiska – PIB</i>
PANEL I:	ZRÓWNOWAŻONE ZARZĄDZANIE ZASOBAMI WODNYMI Moderator: Jerzy Smolik
10:30-10:45	Potencjał biogospodarki zrównoważonego rozwoju w GOZ <i>Danuta Ciechańska; Stowarzyszenie Klaster Biogospodarki</i>
10:45-11:00	Fotokataliza heterogeniczna jako innowacyjna metoda oczyszczania ścieków i wytwarzania energii <i>Zuzanna Bielani; Uniwersytet Jagielloński</i>
11:00-11:15	Gospodarka o obiegu zamkniętym w przemyśle włókienniczym <i>Renata Żyła; Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny</i>
11:15-11:30	Zintegrowany układ procesowy do usuwania farmaceutyków ze strumieni ciekłych <i>Maciej Szwałb; Politechnika Warszawska, PolymemTech Sp. z o.o.</i>
11:30-11:45	GOZ w praktyce – procesy membranowe w oczyszczaniu ścieków galwanicznych <i>Anna Kowalik-Klimczak; Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji</i>
11:45-12:00	Blue deal – korzyści i zagrożenia <i>Marek Mierkowski; Deltima Sp. z o.o.</i>
12:00-12:15	Głony i sinice słodkowodne źródłem użytecznych surowców <i>Elżbieta Wilk-Woźniak; Instytut Ochrony Przyrody PAN</i>
12:15-12:45	Przerwa kawowa
12:20-12:45	Briefing prasowy

PANEL II:

EFEKTYWNE ZAGOSPODAROWANIE BIOMASY ODPAADOWEJ Moderator: Jarosław Molenda

- 12:45–13:00** Odpady kawowe jako źródło produktów przydatnych w przemyśle
Łukasz Wysocki; Ecobean Sp. z o.o.
- 13:00–13:15** Bioodpady zbierane selektywnie jako element efektywnej gospodarki biomasy odpadowej
Beata Waszczytko-Mitkowska; Instytut Ochrony Środowiska – PIB
- 13:15–13:30** Węgiel biogeny a energetyczne wykorzystanie biomasy
Natalia Dąbek; Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych
- 13:30–13:45** Innowacyjne rozwiązania techniczne i technologiczne wykorzystywane w procesach fermentacji metanowej
Paulina Rusanowska; Uniwersytet Warmińsko-Mazurski
- 13:45–14:00** Wykorzystanie odpadów roślinnych z polskich winnic do wytwarzania preparatów kosmetycznych
Tomasz Wasilewski; Uniwersytet Radomski
- 14:00–14:15** Opracowanie bioreaktora z ciągłym pobieraniem supernatantu i nieprzerywanym bioprocesem
Adam Tymoszewski; Pro-mill Sp. z o.o.
- 14:15–14:30** Gospodarka obiegu zamkniętego jednorazowymi tekstyliami w szpitalach z wykorzystaniem automatycznych punktów wydawania i zwrotu
Małgorzata Haller de Hallenburg; Biovalley Spn. s.

14:30–15:30 **Obiad**

PANEL III:

NOWOCZESNE MATERIAŁY I TECHNOLOGIE DEDYKOWANE TRANSFORMACJI W KIERUNKU GOZ Moderator: Andrzej Zbrowski

- 15:30–16:00** Sesja posterowa – konkurs na najlepszą prezentację posterową

PANEL IV: TECHNOLOGIE WSPIERAJĄCE PROCES TRANSFORMACJI PRZEDSIĘBIORSTW W KIERUNKU GOZ

16:00-17:00 Sesja demonstracyjna „Z wizytą w Centrum Biogospodarki i Ekoinnowacji Łukasiewicz – ITEE”

D 1: Wytwarzanie membran polimerowych i ich zastosowanie do oczyszczania ścieków – *Paulina Rajewska, Jolanta Janiszewska*

D 2: Biowęglowe sorbenty wytwarzane z odpadowej biomasy roślinnej – *Wioletta Barszcz, Monika Łożyńska*

D 3: Hodowla mikroalg na potrzeby oczyszczania ścieków mleczarskich – *Karolina Dziosa, Monika Makowska*

D 4: Procesy membranowe w oczyszczaniu silnie zanieczyszczonych ścieków przemysłowych – *Maciej Życki, Paweł Radulski*

17:00-17:15 **Wręczenie nagród laureatom konkursu na najlepszą prezentację posterową i oficjalne zakończenie konferencji**

Organizator



Łukasiewicz
Instytut Technologii Eksploatacji



NARODOWY FUNDUSZ
OCHRONY ŚRODOWISKA
I GOSPODARKI WODNEJ

Konferencja dofinansowana
ze środków Narodowego
Funduszu Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej

Patronat honorowy



Patronat honorowy
Prezydenta Miasta Radomia

Patronat merytoryczny



IOŚ-PIB
Instytut Ochrony Środowiska
Państwowego Instytutu Badawczego



Business
Centre
Club



STOWARZYSZENIE
KLASTER BIOGOSPODARKI



PolymemTech



Platforma
Przemysłu
Przyszłości



IZBA PRZEMYSŁOWO-HANDLOWA
ZIEMI RADOMSKIEJ

Patronat medialny



Partnerzy





STRESZCZENIA WYSTĄPIEŃ

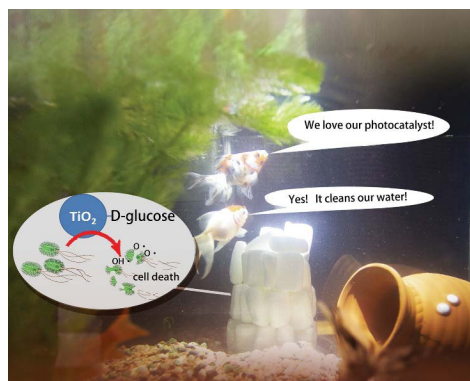
Fotokataliza heterogeniczna jako innowacyjna metoda oczyszczania ścieków i wytwarzania energii

Zuzanna Bielán, Ewa Kowalska

Uniwersytet Jagielloński w Krakowie, Wydział Chemii
zuzanna.bielan@uj.edu.pl

Fotokataliza heterogeniczna należąca do Zaawansowanych Procesów Utleniania [ang. *Advanced Oxidation Processes, AOP*] jest definiowana jako proces inicjowania reakcji chemicznych zachodzących pod wpływem promieniowania – podczerwieni, ultrafioletu lub światła widzialnego. Stosowane w niej fotokatalizatory, głównie półprzewodniki tlenkowe np., TiO_2 , ZnO , WO_3 , Cu_2O , jak również siarczki metali, bizmutany, tytaniały, perowskity bądź związki metaloorganiczne [ang. *metal-organic frameworks, MOFs*], poddane promieniowaniu o odpowiedniej długości fali, stanowią efektywną alternatywę dla tradycyjnych metod oczyszczania wód i ścieków z trudno degradowalnych zanieczyszczeń. Dodatkowo, fotokatalizatory heterogeniczne o odpowiednim położeniu pasm walencyjnych i przewodnictwa, są w stanie wydajnie katalizować reakcje rozpadu wody na tlen oraz wodór, który w ostatnim czasie jest pożądanym źródłem energii.

Ze względu jednak na pewne ograniczenia, wynikające głównie ze znikomej fotoaktywności w świetle widzialnym [stanowiącym większość promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni Ziemi], jak również problemy z separacją, transportem masy oraz penetracją



Rys. 1. Fotokatalizator TiO_2 modyfikowany glukozą wykorzystywany do oczyszczania wody. Zdjęcie z okładki czasopisma *Catalysts*, <https://doi.org/10.3390/catal8080316>.

światła w głąb reaktora, dopiero stosunkowo niedawno zaczęto przenosić fotokatalizę ze skali laboratoryjnej na przemysłową.

W niniejszej pracy przedstawione zostaną ogólne informacje na temat fotokatalizy heterogenicznej, wyzwania stojące przed naukowcami, jak również już wdrożone rozwiązania i koncepcje, które przyczynią się do redukcji zanieczyszczeń środowiska oraz produkcji czystej energii.

Podziękowanie: Praca została sfinansowana przez Narodową Agencję Wymiany Akademickiej w ramach Programu Polskie Powroty [BPN/ PPO/2021/1/00037].

Węgiel biogeny a energetyczne wykorzystanie biomasy

**Marcin Biernacki, Joanna Poluszyńska,
Natalia Dąbek**

*Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ceramiki i Materiałów
Budowlanych
natalia.dabek@icimb.lukasiewicz.gov.pl*

Energetyczne wykorzystywanie biomasy jest sposobem zmniejszenia emisji CO₂ do atmosfery. Dodatkowo jest jednym z elementów gospodarki o obiegu zamkniętym np. w przemyśle Cementowym, gdzie w procesie wypalania klinkieru cementowego popioły powstałe w procesie spalania paliw wchodzą w skład produktu. Redukcja emisji CO₂ jest jednym z celów pakietu Fit for 55 oraz założeń Europejskiego Zielonego Ładu. Zgodnie z Ustawą z dnia 14 grudnia 2012 r. o Odpadach, jednym ze sposobów gospodarowania odpadami (w tym odpadami zawierających węgiel biogeny) jest ich energetyczne wykorzystanie. Zgodnie z 5. ROZPORZĄDZENIEM WYKONAWCZYM KOMISJI (UE) 2018/2066 z dnia 19 grudnia 2018 r. w sprawie monitorowania i sprawozdawczości w zakresie emisji gazów cieplarnianych, wyróżnione są trzy definicje emisji: biogennej, niebiogennej i całkowitej. Emisja pochodzenia biogennej jest określana jako tzw. „emisja zerowa”, z uwagi na to obniża sumaryczny poziom emisji CO₂ do atmosfery. Oznaczenie węgla biogennej metodą ciekłej scyntylacji z wykorzystaniem radioizotopu

węgla ^{14}C polega na konwersji badanej próbki do fazy ciekłej. Pomiar wykonywany jest w szklanych lub teflonowych fiolkach w spektrometrze ciekłoscyntylacyjnym. Wynik otrzymywany z aparatu informuje o ilości zliczeń w czasie jednej minuty. Zawartość węgla biogenego w próbce oblicza się z uwzględnieniem otrzymanego wyniku oraz innych składowych. Wartość współczynnika emisji CO_2 biogenego, czyli pochodzącego od węgla tzw. biomasowego, obliczane są na podstawie udziałów radioizotopu ^{14}C oraz wilgoci całkowitej, wartości opałowej i zawartość węgla całkowitego.

Literatura:

- ▶ A.C. Kanawale i wsp. Opportunities and challenges of using SRF as an alternative fuel in the cement industry. Cleaner Waste System 4/2023
- ▶ ROZPORZĄDZENIE WYKONAWCZE KOMISJI (UE) 2018/2066 z dnia 19 grudnia 2018 r. w sprawie monitorowania i sprawozdawczości w zakresie emisji gazów cieplarnianych zgodnie z dyrektywą 2003/87/WE Parlamentu Europejskiego i Rady oraz zmieniająca rozporządzenie Komisji (UE) nr 601/2012
- ▶ S. Chałupnik i wsp., Możliwości wykorzystania pomiarów ^{14}C w badaniach nad czystymi technologiami węglowymi. PRACE NAUKOWE GIG GÓRNICTWO I ŚRODOWSKO 2/2011, s. 17–28
- ▶ S.W.I. Palstra, H.A.J. Meijer, Carbon-14 based determination of the biogenic fraction of industrial CO_2 emissions – Application and validation. Biore-source Technology 101/2010, s.3702–3710
- ▶ Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach

GOZ w praktyce – procesy membranowe w oczyszczaniu ścieków galwanicznych

Anna Kowalik-Klimczak¹, Anna Gajewska-Midziątek², Zofia Buczek², Monika Łożyńska¹, Maciej Życki¹, Wioletta Barszcz¹, Tinatin Cicişwili², Adrian Dąbrowski², Sonia Kasierot³, Jadwiga Charasińska³, Tadeusz Gorewoda³

¹Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji

²Sieć Badawcza Łukasiewicz – Warszawski Instytut Technologiczny

³Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Metali Nieżelaznych

anna.kowalik-klimczak@itee.lukasiewicz.gov.pl

W pracy zaprezentowano wyniki prac badawczych prowadzonych w celu poprawy wykorzystania surowców odpadowych, zgodnie z modelem gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ). Przedstawiono opracowane innowacyjne rozwiązanie technologiczne służące do regeneracji wody z przemysłowych cieczy użytkowych dedykowane dla przedsiębiorstw galwanicznych. Specyfika ścieków powstających w tym przemyśle (obciążonych związkami mineralnymi i metalami ciężkimi) powoduje, że problem ich oczyszczania do poziomów, umożliwiających ponowne ich wykorzystanie, wiąże się z odpowiednim łączeniem różnych procesów. Innowacyjnością proponowanego rozwiązania jest niemające swojego odpowiednika, nowatorskie opracowanie zintegrowanego układu membranowego, który umożliwia bezodpadowe zagospodarowanie cieczy użytkowych powstających podczas cynkowania galwanicznego. Zaproponowana w pracy koncepcja systemu regeneracji cieczy użytkowych po procesie cynkowania galwanicznego obejmuje wstępne oczyszczanie w procesie ultrafiltracji (UF) oraz odzysk wody w procesie odwróconej osmozy (RO). Retentat po procesie RO został z powodzeniem wykorzystany podczas modelowych prób cynkowania elementów metalowych. Na podstawie wyników zrealizowanych badań zakłada się, że opracowane nowe rozwiązanie technologiczne pozwoli w sposób przyjazny dla środowiska zmniejszyć ilość ścieków powstających w przedsiębiorstwach z przemysłu galwanicznego, umożliwiając jednocześnie zawrócenie wody pozbawionej niepożądanych zanieczyszczeń do produkcji elementów metalowych. Wdrożenie opracowanej technologii przyczyni się do poprawy ekonomii procesu cynkowania ze względu na zmniejszenie zużycia wody i surowców.

Podziękowanie: Praca powstała w wyniku realizacji projektu „Kompleksowa technologia oczyszczania cieczy użytkowych po procesie cynkowania galwanicznego umożliwiającą zamknięcie obiegu wody technologicznej i zagospodarowania produktów oczyszczania” [Akronim: GalvaWaterCycle] współfinansowanego przez Centrum Łukasiewicz w ramach Dotacji Celowych MEiN (Umowa nr 1/Ł-ITEE/CŁ/2021).

Blue Deal – korzyści i zagrożenia

Marek Mieńkowski

Uczelnia Łazarskiego, Komitet ds. Wody przy FPP, Deltima Sp. z o.o.

marek@mienkowski.eu

Blue Deal to projekt Unii Europejskiej, który został zaproponowany jako część Europejskiego Zielonego Ładu oraz strategii na rzecz zrównoważonego rozwoju morskiego sektora gospodarki. Projekt ten ma na celu ochronę i zrównoważone wykorzystanie oceanów, mórz i zasobów morskich. Analiza dostępnych propozycji taksonomii oraz dokumentów źródłowych antycypuje wiele zmian w układzie. Artykuł zainicjuje propozycję wprowadzenie nowych mechanizmów finansowania inwestycji wodnych, np. Funduszu na rzecz Niebieskiej Transformacji. Określona zostanie zasada dystrybucji Blue Bonds, niebieskie pożyczki, obligacje społeczne. Wykazane zostanie, jak ważne jest uznanie sektorów gospodarki wodnej za priorytet strategiczny w okresie programowania 2028–2034 zrównoważonego finansowania, takimi jak niebieskie obligacje, niebieskie pożyczki i obligacje społeczne.

- ▶ Opracowanie szczegółowych norm dotyczących zużycia wody w różnych sektorach gospodarki, takich jak rolnictwo lub przemysł.
- ▶ Przyjęcie w UE spójnych przepisów dotyczących mechanizmu regulującego gromadzenie zapasów wody w okresach deszczowych.
- ▶ Objęcie rozszerzoną odpowiedzialnością producenta kwestii gospodarowania ściekami.

Ochrona środowiska morskiego: Blue Deal stawia na ochronę ekosystemów morskich i ich różnorodności biologicznej. Dzięki temu przyczynia się do zachowania unikalnych gatunków morskich i zmniejszenia wpływu działalności człowieka na środowisko wodne.

Zrównoważone rybołówstwo: Projekt promuje zrównoważone rybołówstwo, co oznacza, że łowienia ryb i innych organizmów morskich będą prowadzone w sposób zapewniający zachowanie zdolności odnawiania się tych zasobów. To pomaga zapobiegać nadmiernemu wyłowieniu i zachowuje rynek pracy w sektorze rybołówstwa.

Czyste i zdrowe morza: Blue Deal ma na celu poprawę jakości wód morskich, co korzystnie wpływa na zdrowie i bezpieczeństwo ludzi oraz ekosystemów morskich. Obejmuje to również działania na rzecz ograniczenia zanieczyszczeń wód morskich, w tym plastikowych odpadów.

Zrównoważony transport morski: Projekt Blue Deal ma na celu poprawę efektywności transportu morskiego i redukcję emisji szkodliwych gazów cieplarnianych w tym sektorze. Dzięki temu przyczynia się do walki ze zmianami klimatu.

Wsparcie gospodarki morskiej: Inwestycje w rozwój sektora morskiego, w tym energii morskiej, turystyki morskiej i badań oceanicznych, mogą tworzyć miejsca pracy i stymulować wzrost gospodarczy w regionach przybrzeżnych.

Współpraca międzynarodowa: Blue Deal promuje współpracę międzynarodową w zakresie ochrony mórz i oceanów, co ma globalne znaczenie dla zachowania równowagi ekosystemów morskich i zrównoważonego zarządzania zasobami.

Zwiększenie świadomości społecznej: Projekt ten przyczynia się do zwiększenia świadomości społeczeństwa na temat znaczenia ochrony oceanów i mórz oraz wpływu działalności człowieka na środowisko morskie.

Wdrażanie projektu Blue Deal wymaga zrównoważonego podejścia, uwzględniającego zarówno ochronę środowiska morskiego, jak i potrzeby ekonomiczne i społeczne. Choć projekt Blue Deal przynosi wiele korzyści związanych z ochroną środowiska morskiego i zrównoważonym wykorzystaniem zasobów morskich, istnieją potencjalne zagrożenia i wyzwania, które muszą być uwzględniane i adresowane w trakcie jego realizacji. Wdrażanie projektów o takim znaczeniu wymaga kompleksowego podejścia, współpracy z różnymi interesariuszami oraz stałego monitorowania i dostosowywania strategii, aby osiągnąć jak najbardziej pozytywne i zrównoważone wyniki.

Podziękowanie: Fundacja Europejski Instytut EKOSFERA

Literatura:

<https://www.eesc.europa.eu/en/agenda/our-events/events/eu-blue-deal>
[dostęp 3.10.2023]

Innowacyjne rozwiązania techniczne i technologiczne wykorzystywane w procesach fermentacji metanowej

Marcin Zieliński, Paulina Rusanowska, Marcin Dębowski

*Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Katedra Inżynierii Środowiska
paulina.jaranowska@uwm.edu.pl*

Rozwój technologii wykorzystujących odnawialne źródła energii, jest konieczny ze względu na kryzys energetyczny oraz ich neutralność klimatyczną. W tym kontekście rozwiązania umożliwiające produkcję biogazu oraz biometanu należy traktować priorytetowo.

Problemy z pracą typowych reaktorów beztlenowych skłoniły do poszukiwania ulepszeń, które uczyniłyby je bardziej efektywnymi i ekonomicznymi; dlatego konstruuje się reaktory hybrydowe, które łączą pozytywne cechy poszczególnych reaktorów beztlenowych w celu zapewnienia bardziej efektywnej produkcji. W większości przypadków reaktory hybrydowe oferują rozdzielenie faz kwasogenezy i metanogenezy na dwa etapy w celu zwiększenia produkcji biogazu, ponieważ każdy szlak metaboliczny wymaga specyficznych warunków do sprawnego i wydajnego działania. Jednym z takich rozwiązań jest innowacyjny labiryntowy reaktor beztlenowy będący połączeniem reaktora UASB z separacją faz metanogenezy. Konstrukcja reaktora wydłuża czas retencji biomasy beztlenowej, zapewnia większą powierzchnię wymiany pomiędzy fazą ciekłą i gazową oraz minimalizuje problemy związane z flotacją osadu oraz jego utratą.

Projektując reaktory beztlenowe w celu zwiększenia efektywności produkcji biogazu zwraca się również uwagę na odpowiednie systemy mieszania umożliwiające zmniejszenie ograniczeń technologicznych, które przyczyniają się do poprawy efektów końcowych, takich jak ilość i jakość powstającego biogazu. Proponowanym rozwiązaniem technologicznym jest reaktor beztlenowy z klatkowym systemem mieszania, który zapewnia odpowiednie rozprowadzenie świeżego substratu w objętości czynnej reaktora, dzięki czemu następuje odżywienie flory

bakteryjnej prowadzącej proces oraz równomierny rozkład ciepła w całej objętości reaktora.

Kolejne rozwiązania technologiczne dotyczą wykorzystania ogrzewania mikrofalowego w reaktorach beztlenowych, które utrzymują stałą wysoką temperaturę we wnętrzu fermentora. Zastosowanie mikrofal pozwala kierować energię bezpośrednio do miejsca, gdzie jest ona najbardziej pożądana, eliminując straty energii.

Zintegrowany układ procesowy do usuwania farmaceutyków ze strumieni ciekłych

Maciej Szwał, Daniel Polak

*Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Chemicznej i Procesowej
maciej.szwal@pw.edu.pl*

Obecność substancji farmaceutycznych w środowisku wodnym jest rosnącym problemem dla technologii oczyszczania i uzdatniania wód. Zwiększające się zużycie leków dostępnych bez recepty, nadużywanie antybiotyków w terapiach ludzi i zwierząt, powoduje przenikanie farmaceutyków do wody i ich kumulację w środowisku. Stosowane obecnie technologie oczyszczania wód nie pozwalają na skuteczne usuwanie związków farmaceutycznych. Uniemożliwia to zatem zamykanie obiegów wodnych, a tym samym realizację założeń gospodarki o obiegu zamkniętym.

W niniejszej pracy proponuje się stosowanie zintegrowanego układu procesowego oczyszczania wody. Układ taki zawiera membrany filtracyjne o nowych właściwościach, które umożliwiają jednoczesne prowadzenie procesu filtracji i adsorpcji.

Podziękowanie: Badania finansowane przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju – projekt HyprSTEP

Literatura:

Zielińska, I., Polak, D., & Szwał, M. [2021]. Analysis of the adsorption of selected pharmaceuticals on a composite material PEBAX/GO. *Journal of Water Process Engineering*, 44, 102272.

Polak, D., Zielińska, I., Szwaś, M., Kogut, I., & Małolepszy, A. [2021]. Modification of ceramic membranes with carbon compounds for pharmaceutical substances removal from water in a filtration—Adsorption system. *Membranes*, 11(7), 481.

Polak, D., Tonecka, I., Fabianowski, W., & Szwaś, M. [2021]. Development of graphene oxide-coated membranes to support the process of removing pharmacological agents from water. *Desalin. Water Treat*, 214, 49–55.

Opracowanie bioreaktora z ciągłym pobieraniem supernatantu i nieprzerwanym bioprocesem

Adam Tymoszewski^{1,2}, Karolina Drężek², Jolanta Mierzejewska²

¹*Pro-mill s.c. Adam Tymoszewski, Michał Konicki*

²*Politechnika Warszawska, Wydział Chemiczny
tymoszewski@pro-mill.pl*

Praca skupia się na najnowszych osiągnięciach technologicznych w obszarze gospodarki o obiegu zamkniętym, na przykładzie projektu opracowania bioreaktora z ciągłym pobieraniem pożywki dla mikroorganizmów i nieprzerwanym bioprocesem. Hodowla ciągła umożliwia uzyskiwanie większych ilości interesującego produktu dzięki utrzymaniu drobnoustrojów w pożądanej fazie wzrostu. Jednak taki typ prowadzenia bioprocesu stosuje się stosunkowo rzadko ze względu na brak uniwersalnych rozwiązań technologicznych. W trakcie prezentacji omówione zostaną różnice między bioreaktorem okresowym (powszechnie stosowanym) a bioreaktorem membranowym wykorzystywanych do prowadzenia hodowli mikroorganizmów. Następnie, podkreślone będą problemy i wyzwania, jakie musiały zostać przezwyciężone podczas realizacji projektu.

Podczas prezentacji prezentowany będzie sukces w skonstruowaniu prototypu bioreaktora membranowego na podstawie prac koncepcyjnych w siedzibie firmy Pro-mill. Urządzenie to posiada zaawansowane funkcje, które umożliwiają jego wykorzystanie zarówno do procesów tlenowych, jak i beztlenowych. Dzięki zaawansowanemu sterowaniu można kontrolować niezbędne parametry procesowe. Obsługa

urządzenia nie odbiega znacząco od dobrze znanych bioreaktorów okresowych, a jednak urządzenie otwiera nowe możliwości.

Następnie omówione będą dwa przykłady wykorzystania bioreaktora membranowego. Pierwszy obejmuje dwuetapową hodowlę drożdży dedykowaną do produkcji 2-fenyletanolu w I etapie oraz etanolu na II etapie hodowli. Drugi przykład to klasyczna hodowla ciągła, w której wzrost mikroorganizmów odbywa się w trybie okresowym do namnożenia biomasy, a następnie hodowla przechodzi na tryb ciągły ze stałym dozowaniem pożywki i odbiorem produktu.

Literatura:

Filtration & Separation 2002, 39, 5, 26–29, Filtration & Separation 2002, 39, 5, 26–29, Inż. Ap. Chem. 2009, 48, 3, 75–76, Inż. Ap. Chem. 2012, 51, 4, 160–161

Wykorzystanie odpadów roślinnych z polskich winnic do wytwarzania preparatów kosmetycznych

Tomasz Wasilewski^{1,2}, Zofia Hordyjewicz-Baran², Magdalena Zarębska², Natalia Stanek-Wandzel², Ewa Zajszy-Turko², Magdalena Tomaka²

¹Uniwersytet Radomski, Wydział Inżynierii Chemicznej i Towaroznawstwa

²Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ciężkiej Syntezy Organicznej
"Blachownia"

tomasz.wasilewski@uthrad.pl

Preparaty kosmetyczne dostępne na rynku ulegają ciągłym zmianom, dostosowanym do oczekiwań konsumentów. Obecnie użytkownicy kosmetyków poszukują produktów kosmetycznych, które nie tylko zapewniają odpowiednią funkcjonalność, ale również charakteryzują się naturalnością, ciekawą formą i są bezpieczne dla ludzi i środowiska. Działania podejmowane w celu realizacji zasad zrównoważonego rozwoju są kluczowe w kontekście produkcji kosmetyków.

W toku prowadzonych badań opracowano innowacyjny proces produkcji kosmetyków z wykorzystaniem tzw. Chemicznej Ekstrakcji Pożyczkowej, ang. *Loan Chemical Extraction* (LCE), zdefiniowanej jako „ekstrakcja z wykorzystaniem składników zapożyczonych z produktu końcowego”.¹ Zgodnie z proponowanym rozwiązaniem składniki produkowanego kosmetyku zostały wykorzystane jako medium ekstrakcyjne do pozyskania cennych związków bioaktywnych. Jako materiał roślinny do procesu ekstrakcji wykorzystano wytloki z winogron, będące produktem ubocznym przy produkcji wina. Badania wykazały, że produkowane w ten sposób kosmetyki zawierają niezwykle cenne z kosmologicznego punktu widzenia składniki bioaktywne, w tym związki polifenolowe o właściwościach antyoksydacyjnych, które odgrywają kluczową rolę w pielęgnacji skóry.

Opracowane preparaty zostały poddane badaniom empirycznym, których wyniki dają podstawę do stwierdzenia, że opracowane kosmetyki naturalne są innowacyjnymi produktami, które spełniają oczekiwania współczesnych konsumentów.

Literatura:

1. T. Wasilewski, Z. Hordyjewicz-Baran, M. Zarębska, N. Stanek, E. Zajszyt-Turko, M. Tomaka, T. Bujak, Z. Nizioł-Lukaszewska, *Molecules* 2022, 27, 2444.

Biodpady zbierane selektywnie jako element efektywnej gospodarki biomasy odpadowej

Beata Waszczytko-Mitkowska

*Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy
beata.milkowska@ios.edu.pl*

Gospodarka odpadami jest jednym z kluczowych obszarów ochrony środowiska. Odpady komunalne należą do najbardziej zróżnicowanych odpadów pod względem składu morfologicznego. Znaczący udział w odpadach komunalnych stanowią biodpady zbierane selektywnie w gminach. Efektywne zarządzanie biodpadami ma na celu wykorzystanie potencjału energetycznego i nawozowego.

Głony i sinice słodkowodne źródłem użytecznych surowców

**Elżbieta Wilk-Woźniak¹, Judita Koreivienė², Edward Walusiak¹,
Martyna Budziak¹, Wojciech Krztoń¹, Małgorzata Łaciak¹**

¹*Instytut Ochrony Przyrody Polskiej Akademii Nauk, Kraków, Polska
wilk@iop.krakow.pl;*

²*The Nature Research Centre, Wilno, Litwa*

Głony, określane potocznie jako algi, to wspólna nazwa dla organizmów niekoniecznie ze sobą powiązanych. Zalicza się do nich sinice (głony prokariotyczne), mikro- i makroglony eukariotyczne. Nowe podejście UE do zrównoważonej „Blue Economy” wskazuje na istotną rolę glonów w realizacji celów Europejskiego Zielonego Ładu i rozwijaniu zrównoważonej biogospodarki o obiegu zamkniętym. Uwaga skupiona jest na zwiększonej „produkcji” glonów i ich wykorzystaniu dla zapewnienia systemów żywnościowych i rolniczych, ale także pozyskania innych bioproduktów. Europejskie Stowarzyszenie Biomasy z Glonów (EABA) szacuje obrót produktami z glonów w krajach EOG na ponad 350 mln euro w 2018 r., biorąc pod uwagę zarówno firmy, jak i miejsca pracy. Biomase glonów wykorzystuje się komercyjnie jako paszę dla ryb i innych zwierząt, dodatki paszowe, farmaceutyki, nutraceutyki, naturalne barwniki, nawozy, a także do produkcji kosmetyków, bioplastiku, biopaliw, biogazu, żywności dla ludzi itd. Produkcja glonów łagodzi także skutki zmian klimatycznych np. poprzez ograniczanie emisji CO₂, pochłanianie azotu i fosforu.

W prezentacji przedyskutuję różne sposoby pozyskiwania biomasy sinic i glonów (farmy glonowe, zbiory z natury), zalety i wady obu systemów oraz produkty jakie mogą być pozyskane z biomasy sinic i glonów. Zaprezentuję bioprodukty jakie zostały wytworzone z biomasy glonów zebranej na potrzeby realizacji projektu LIFE 17 „Algae Service for Life”.

Podziękowanie: Dane zostały zebrane w ramach projektu „Algae Service for LIFE” (LIFE17 ENV /LT/000407) wspieranego przez unijny program LIFE i współfinansowanego przez Ministerstwo Środowiska Republiki Litewskiej, Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Polsce oraz partnerów projektu. Treść niniejszej publikacji nie odzwierciedla oficjalnej

opinii Unii Europejskiej. Odpowiedzialność za informacje i poglądy w niej wyrażone spoczywa wyłącznie na autorach.

Odpady kawowe jako źródło produktów przydatnych w przemyśle

Łukasz Wysocki^{1,2}, Patrycja Adamczuk², Paula Bardadyn², Anna Gabor², Karolina Jelonek^{1,2}, Monika Kudelska^{1,2}, Maksymilian Kukuć², Adrianna Piasek^{1,2}, Monika Słomka², Joanna Żylińska-Urban¹, Anna Sobiepanek¹, Joanna Cieśla¹

¹*Politechnika Warszawska, Wydział Chemiczny, Katedra Biotechnologii Środków Leczniczych i Kosmetyków*

²*EcoBean Sp. z o. o.*

l.wysocki@ecobean.pl

Celem wystąpienia jest zaprezentowanie całościowego podejścia do zagospodarowania odpadu kawowego jakim są fusy kawowe (ang. *spent coffee grounds*, SCG) i ukazanie możliwości przetworzenia ich do produktów, które są dostępne obecnie na rynku, ale pochodzą z innych źródeł. Rozwiązanie spełnia wymogi UE względem gospodarki o obiegu zamkniętym w obszarze przygotowania do ponownego użycia, recyklingu oraz odzysku¹.

Według ICO (*International Coffee Organization*) każdego roku jest produkowane ok. 10 milionów ton kawy, zaś z jednej tony w wyniku picia kawy generuje się ok. 600 kg odpadu w postaci SCG. Głównym źródłem powstawania jest branża HoReCa (ang. *Hotel, Restaurant, Café*), czyli cały sektor hotelarski i gastronomiczny. Całkowicie innowacyjnym i niespotykanym nigdzie na świecie rozwiązaniem jest zaproponowana kompleksowe przetwarzanie SCG. Obecnie prowadzone badania skupiają się na optymalizacji produkcji takich produktów jak:

- ▶ olej kawowy
- ▶ ekstrakt antyoksydantów
- ▶ dodatki białkowe
- ▶ polilaktyd (PLA)
- ▶ lignina

Podziękowanie: Badania były finansowane z grantu badawczo-rozwojowego pt. „Upcycling coffee waste into useful raw materials and green products”, program ramowy Horyzont Europa.

Wystąpienie powstało w ramach realizacji programu Doktorat Wdrożeniowy.

Literatura:

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/98/WE z dnia 19 listopada 2008 r. w sprawie odpadów oraz uchylająca niektóre dyrektywy [Tekst mający znaczenie dla EOG] (L 312, 22.11.2008, p. 3–30)

<http://www.ico.org/> [dostęp 26.09.2023]

Gospodarka o obiegu zamkniętym w przemyśle włókienniczym

Renata Żyła

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny.

renata.zylla@lit.lukasiewicz.gov.pl

Sektor tekstylno-odzieżowy jest ważną gałęzią światowej gospodarki, zużywającą znaczne zasoby, w tym wodę i energię. Do produkcji tekstyliów, w tym bawełny, zużywa się blisko 100 miliardów m³ wody rocznie. Stanowi to 4% światowego poboru czystej wody. W ciągu ostatnich 15 lat produkcja odzieży wzrosła prawie dwukrotnie. Ponieważ tekstylia zaspokajają znaczną część potrzeb człowieka, szacuje się, że w 2050 r. łączne dostawy odzieży osiągną 160 mln ton, czyli trzy razy więcej niż obecnie. Znacząco zwiększy to negatywny wpływ przemysłu tekstylnego na środowisko. Wzrośnie zużycie wody i energii oraz ilość zanieczyszczeń odprowadzanych ze ściekami. Przemysł włókienniczy należy do jednych z najbardziej wodochłonnych gałęzi przemysłu. Pomimo faktu, że współczesne włókiennictwo charakteryzuje się coraz niższym zużyciem wody, to problem powstających ścieków poprocesowych jest wciąż aktualny. Ilość wody zużywanej przez zakład włókienniczy może wynosić od 100 do 300 tysięcy m³ rocznie.

Dlatego kluczowym wyzwaniem staje się wdrażanie zasad gospodarki o obiegu zamkniętym, obejmujących oszczędzanie wody, energii i surowców, a także ich recykling i umiejętne zarządzanie, tak aby zasoby wprowadzone do cyklu produkcyjnego pozostały jak najdłużej.

An aerial photograph of a lush green forest. A winding river or stream flows through the center of the forest, creating a light-colored path that contrasts with the dense green canopy. The river starts from the top left, curves around a central island of forest, and then continues towards the bottom left. The surrounding forest is thick and covers most of the frame, with some lighter green areas suggesting different types of vegetation or perhaps a clearing.

Sesja posterowa

SPIS POSTERÓW

1. **Odzysk cynku ze ścieków galwanicznych**
Wioletta Barszcz, Monika Łożyńska, Maciej Życki,
Anna Kowalik-Klimczak
2. **Zbiór biomasy sinic i glonów w okresie zakwitu jako jeden z elementów oczyszczania wód z nadmiaru węgla, azotu i fosforu**
Martyna Budziak, Wojciech Krztoń, Edward Walusiak, Małgorzata Łaciak, Elżbieta Wilk-Woźniak
3. **Technologia unieszkodliwiania odcieków z biogazowni z wykorzystaniem mikroglonów**
Magda Dudek, Marcin Zieliński
4. **Wykorzystanie biosorbentów na bazie karbonizatów z mikroglonów do oczyszczania ścieków mleczarskich**
Karolina Dziosa, Monika Makowska
5. **Zastosowanie obrazowania hiperspektralnego w recyklingu materiałów i surowców**
Piotr Czajka, Piotr Garbacz, Wojciech Mizak, Berenika Linowska,
Jordan Mężyk, Marcin Powroźnik, Andrzej Zbrowski
6. **Wpływ nanocząstek ZnO i TiO₂ na wydajność membran z warstwą aktywną PVA w procesie odsalania wody metodą perwaporacji**
Izabela Gortat, Jerzy Chruściel, Joanna Marszałek, Paweł Wawrzyniak, Renata Żyła
7. **Mikroplastiki w kompostach jako bariera gospodarki o obiegu zamkniętym**
Katarzyna Grąż
8. **Zagospodarowanie odpadów poniżej 10 mm zgodnie z koncepcją circular economy**
Anna Gronba-Chyła
9. **Przetwarzania wytkoków z winogron na surowce kosmetyczne z wykorzystaniem procesu agregacji surfaktantów**
Zofia Hordyjewicz-Baran, Tomasz Wasilewski, Magdalena Zarębska,
Natalia Stanek-Wandzel, Ewa Zajszy-Turko, Magdalena Tomaka
10. **Gospodarka obiegu zamkniętego w przedsiębiorstwach przemysłowych**
Jolanta Janiszewska, Paulina Rajewska

11. **Wykorzystanie odpadu ze spalania węgla kamiennego do produkcji zapraw cementowych**
Monika Jaworska-Wędzińska, Iga Jasińska
12. **Odzyskiwanie surowców o działaniu antyoksydacyjnym z odpadów kawowych**
Karolina Jelonek, Adrianna M. Piasek, Paula Bardadyn, Łukasz Wysocki, Tomasz Kobiela, Anna Sobiepanek
13. **Możliwości wykorzystania technologii rozpylania magnetronowego do modyfikacji właściwości polimerowych materiałów filtracyjnych**
Joanna Kacprzyńska-Gołacka
14. **Technologia obuwia tekstylnego w obszarze GOZ na przykładzie firmy FILATI**
Patrycja Kaziur, Zbigniew Mikołajczyk, Bogusław Woźniak, Paweł Tomaszewski
15. **Adsorpcja jonów chromu (III) z roztworów wodnych na biowęglach otrzymanych z odpadów roślinnych**
Bernadetta Kaźmierczak, Anna Kaczmarczyk, Jolanta Drabik, Elżbieta Rogoś, Paweł Radulski, Jarosław Molenda
16. **Innowacyjne podejście do produkcji polimerów, czyli bezizocyjanianowe poliuretany dla zrównoważonej przyszłości**
Marcin Kędzierski, Paweł Parzuchowski
17. **Możliwości stosowania druku 3D w procesie produkcji materiałów budowlanych**
Jarosław Kotliński, Karol Osowski
18. **Wielofunkcyjne sfery nanokompozytowe oparte na dwuwymiarowym Ti_3C_2 do oczyszczania wody**
Artur Kozera, Agnieszka Jastrzębska, Dominika Bury
19. **Wykorzystanie technologii cienkich warstw w procesach konwersji energii**
Paweł Kwaśnicki
20. **Technologia waloryzacji chromowych odpadów garbarskich**
Monika Łożyńska, Anna Kowalik-Klimczak, Maciej Życki
21. **Wykorzystanie odpadowego PET w syntezie nowych funkcjonalnych materiałów**
Magdalena Mazurek-Budzyńska, Tomasz Bruliński, Karolina Tomczyk, Paweł Parzuchowski, Zbigniew Florjańczyk, Gabriel Rokicki

22. **Optomechaniczne systemy ograniczania strat materiałowych i energetycznych**
Tomasz Bombiński, Piotr Czajka, Piotr Garbacz, Jordan Mężyk,
Wojciech Mizak, Andrzej Zbrowski
23. **Właściwości fizyczne zapraw modyfikowanych produktami pochodzącymi z recyklingu odpadów szklanych**
Kamila Molik, Adam Peryt
24. **Odzysk niskotemperaturowego ciepła odpadowego z wykorzystaniem generatorów termoelektrycznych**
Mirostaw Mrozek, Andrzej Majcher, Mirostaw Neska, Andrzej Gospodarczyk, Marta Żurek-Mortka
25. **Stanowisko do badania trwałości ekologicznej cieczy ER**
Ireneusz Musiałek
26. **Wybrane właściwości mechaniczne elementów cienkościennych wytwarzanych technologią przyrostową**
Mateusz Musiałek
27. **Wpływ mikrofalowej dezintegracji kiszonki kukurydzy na możliwość jej beztlenowego rozkładu**
Anna Nowicka, Marcin Zieliński
28. **Zrównoważone wykorzystanie surowców odpadowych z termicznego przekształcania biomasy w kontekście GOZ**
Joanna Poluszyńska, Elżbieta Jarosz-Krzemińska
29. **Koncepcja wytwarzania membran filtracyjnych z modyfikowanego PET**
Paulina Rajewska, Paweł Parzuchowski, Jolanta Janiszewska
30. **Specjalizowane komory do badania emisji lotnych związków organicznych**
Mariusz Siczek, Łukasz Łożyński, Tomasz Samborski, Ewa Wasiak, Andrzej Zbrowski
31. **Optymalizacja procesu doboru nowoczesnych materiałów w wytwarzaniu przyrostowym z wykorzystaniem systemu doradczego**
Kinga Skrzek
32. **Fermentacja grzybem kombucha jako nowoczesny sposób przetwarzania produktów ubocznych z winnic w kierunku otrzymania nowych surowców kosmetycznych**

Natalia Stanek-Wandzel, Magdalena Zarębska, Tomasz Wasilewski,
Zofia Hordyjewicz-Baran, Ewa Zajszy-Turko, Magdalena Tomaka

33. Mikroogniwo biologiczne – alternatywna metoda produkcji energii elektrycznej

Adam Starowicz, Paulina Rusanowska, Marcin Zieliński

34. Synteza oraz analiza struktury semikrystalicznych materiałów poliuretanowych otrzymanych bez stosowania fosgenu i diizocyjanianów

Dominik Wołosz, Paweł Grzegorz Parzuchowski, Magdalena Mazurek-Budzyńska, Maria Balk, Grzegorz Węgrzyk, Joanna Ryszkowska

35. Stanowiska do badania pomp ciepła i rekuperatorów

Andrzej Zbrowski, Andrzej Zacharski, Łukasz Łożyński, Tomasz Samborski

36. Odpady roślinne z polskich winnic jako surowiec do wytwarzania wartościowych komponentów kosmetycznych

Ewa Zajszy-Turko, Tomasz Wasilewski, Zofia Hordyjewicz-Baran, Natalia Stanek-Wandzel, Magdalena Zarębska, Magdalena Tomaka

37. Profilowanie chemiczne wyłtoków winogronowych: nowe kierunki badań

Magdalena Zarębska, Zofia Hordyjewicz-Baran, Tomasz Wasilewski, Natalia Stanek-Wandzel, Ewa Zajszy-Turko, Magdalena Tomaka

38. Polihydroksyuretany adsorbujące dwutlenek węgla: zdolności adsorpcyjne i ich degradacja

Arkadiusz Zimny, Paweł Parzuchowski

39. Koncepcja stanowiska do badania systemu zamykania obiegu wody w wodorowej instalacji energetycznej

Andrzej Majcher, Mirosław Neska, Mirosław Mrozek, Andrzej Gospodarczyk, Marta Żurek-Mortka, Anna Kowalik-Klimczak, Monika Łożyńska, Maciej Życki

40. Wstępne badania nad opracowaniem metody utylizacji zużytych membran polimerowych

Maciej Życki, Anna Kowalik-Klimczak, Paweł Radulski, Edyta Osuch-Słomka

1. Odzysk cynku ze ścieków galwanicznych

Wioletta Barszcz, Monika Łożyńska, Maciej Życki,

Anna Kowalik-Klimczak

Sieć Badawcza Łukasiewicz– Instytut Technologii Eksploatacji,

wioletta.barszcz@itee.lukasiewicz.gov.pl

Zagrożeniem dla środowiska naturalnego, zwłaszcza wodnego, jest dość częsty problem odprowadzania ścieków nieoczyszczonych bądź niespełniających wymagań do gruntów i rzek. Według raportu o stanie gospodarki wodno-ściekowej przygotowanego przez Agencję Ochrony Środowiska w Polsce do środowiska trafia nielegalnie blisko 94% ścieków, a gminy nie kontrolują stanu infrastruktury wodno-ściekowej. Celem pracy było opracowanie koncepcji technologii oczyszczania cieczy użytkowych po procesie cynkowania galwanicznego, umożliwiające zamknięcie obiegu wody technologicznej i zagospodarowanie ubocznych produktów oczyszczania membranowego w cyklu technologicznym. Badane ścieki galwaniczne stanowiły wody popłuczne po etapie cynkowania elementów metalowych w bębnach obrotowych w kąpeli słabo-kwaśnej chlorkowej z dodatkami organicznymi wytłuszczającymi. Zastosowanie UF jako etapu obróbki wstępnej pozwoliło jedynie na usunięcie ponad 90% zanieczyszczeń stałych. Dlatego też zdecydowano się na wykorzystanie dodatkowego procesu – RO, który umożliwił usunięcie chlorków, cynku, potasu i boru z wydajnością 86%–99%. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że zastosowanie zintegrowanego układu UF/RO jest racjonalnym sposobem oczyszczania ścieków galwanicznych w postaci wód popłucznych po etapie cynkowania. Końcowy strumień retentatu (RO) wykorzystano w modelowych testach jako bazę kąpeli do cynkowania elementów metalowych. Próbkę kontrolną stanowiły elementy metalowe ocynkowane w kąpeli komercyjnej. Uzyskane wyniki w badaniach materiałowych wskazują, że właściwości obu porównywanych powłok cynkowych są zbliżone.

2. Zbiór biomasy sinic i glonów w okresie zakwitu jako jeden z elementów oczyszczania wód z nadmiaru węgla, azotu i fosforu

**Martyna Budziak, Wojciech Krztoń, Edward Walusiak,
Małgorzata Łaciak, Elżbieta Wilk-Woźniak**

*Instytut Ochrony Przyrody Polskiej Akademii Nauk, Kraków
budziak@iop.krakow.pl*

Wzbogacenie ekosystemów wodnych w składniki odżywcze, szczególnie związki azotu i fosforu skutkuje niekontrolowanym wzrostem biomasy sinic i glonów w wyniku eutrofizacji, kumulujących się w postaci kożuchów sinicowych lub mat makroglonowych na powierzchni zbiornika wodnego tzw. zakwit wody. Nadmiar biomasy powoduje negatywne skutki dla jakości wód, bioróżnorodności ekosystemów, obniżenie jakości usług ekosystemowych, a także bezpośrednio może powodować choroby lub śmierć fauny związanej z takimi zbiornikami. Możliwym rozwiązaniem tego problemu jest wdrożenie zintegrowanego zarządzania w skali zlewni, nutrientami i szkodliwymi zakwitami wód tworzonymi przez sinice i glony poprzez zbieranie biomasy w zbiornikach, w których wystąpił zakwit.

Celem badań było wykazanie skuteczności zbioru biomasy sinic oraz oceny jaka ilość węgla, fosforu, azotu i niebezpiecznych toksyn, może zostać usunięta z ekosystemów wodnych dzięki zastosowaniu specjalnie skonstruowanych prototypów kombajnów wodnych. Badania zostały przeprowadzone w czasie trwania projektu LIFE (LIFE17 ENV/LT/000407), który wpisuje się w nurt gospodarki o obiegu zamkniętym, ponieważ zakłada wykorzystanie zebranej biomasy (odpad) do wytworzenia produktów wysokiej i niskiej jakości. Zebrana biomasa może być wykorzystana do pozyskania biopaliwa czy biogazu, może także posłużyć do pozyskania naturalnych pigmentów i zostać wykorzystana przy produkcji kosmetyków czy nawozów. Ponadto, niektóre metabolity produkowane przez cyjanobakterie mogą znaleźć zastosowanie w produkcji farmaceutyków i lecznictwie.

Prezentowane wyniki pokażą jaka ilość węgla, azotu i fosforu oraz niebezpiecznych toksyn sinicowych została usunięta ze zbiorników wodnych, które wytypowane zostały do działań demonstracyjnych projektu.

Podziękowanie: Dane zostały zebrane w ramach projektu „Algae Service for LIFE” (LIFE17 ENV /LT/000407) wspieranego przez unijny program LIFE i współfinansowanego przez Ministerstwo Środowiska Republiki Litewskiej, Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Polsce oraz partnerów projektu. Treść niniejszej publikacji nie odzwierciedla oficjalnej opinii Unii Europejskiej. Odpowiedzialność za informacje i poglądy w niej wyrażone spoczywa wyłącznie na autorach.

3. Technologia unieszkodliwiania odcieków z biogazowni z wykorzystaniem mikroglonów

Magda Dudek, Marcin Zieliński

*Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie,
Wydział Geoinżynierii, Katedra Inżynierii Środowiska
magda.dudek@uwm.edu.pl*

Problem z zagospodarowaniem i unieszkodliwianiem pofermentu z biogazowni rolniczych jest bardzo szeroki. Większość rozwiązań technologicznych i konstrukcyjnych wymaga dodatkowych nakładów energetycznych i finansowych. Rozwój biogazowni zwłaszcza w naszym kraju w stosunku do krajów zachodu jest bardzo powolny. Między innymi dlatego, że nie jest do końca określona struktura gospodarowania surowcami i pofermentem. Przetworzenie pofermentu w czysty kondensat pozwalający na suplementację mediów hodowlanych do produkcji biomasy glonów to innowacyjne rozwiązanie. Pozwala na wyeliminowanie jednocześnie dwóch problemów w technologiach produkcji biomasy i drobiu, jak również zagospodarowania odpadów po procesach beztlenowych. Związki azotu zawarte w pofermencie to przede wszystkim źródło najważniejszego makroskładnika determinującego przyrost biomasy mikroglonów.

Celem badań jest opracowanie technologii pozwalającej na wykorzystanie pofermentu powstającego na biogazowniach rolniczych do namnażania mikrogolonów *Arthrospira platensis* oraz *Chlorella vulgaris*. Określone zostaną parametry technologiczne procesu pozyskiwania kondensatu zasobnego w związki azotu powstającego przy rozdziale faz pofermentu w wyniku działania metod termiczno-ciśnieniowych. Ma to na celu zagospodarowanie i zmniejszenie ilości osadów pofermentacyjnych powstających w wyniku pracy biogazowni. Opracowany zostanie układ technologiczny do pozyskiwania kondensatu i efektywnego wykorzystania go w procesach hodowli biomasy. Oceniona zostanie konieczność suplementacji medium hodowlanego w dodatkowe składniki umożliwiające wysoka produkcję *A. platensis* i *Ch. vulgaris*. Przeprowadzone zostaną badania statyczne oraz przepływowe w skali ułamkowo-technicznej pozwalające na określenie stężenia kondensatu w fotobioreaktorach pozwalającego na niezakłócony i intensywny wzrost testowanej biomasy.

4. Wykorzystanie biosorbentów na bazie karbonizatu z mikrogolonów do oczyszczania ścieków mleczarskich

Karolina Dziosa, Monika Makowska

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji
karolina.dziosa@itee.lukasiewicz.gov.pl

Woda jest surowcem wykorzystywanym przy większości procesów technologicznych w zakładach przemysłowych. W wyniku tych procesów ulega ona zanieczyszczeniu i staje się ściekiem, który ze względu na skład chemiczny, nie może zostać odprowadzony do wód powierzchniowych lub kanalizacji. Za emisję ogromnej ilości tego typu ciekłych odpadów w Polsce odpowiedzialny jest sektor rolno-spożywczy, a w szczególności przemysł mleczarski. W związku z globalnym deficytem wody, poszukiwane są coraz to nowsze i skuteczniejsze metody oczyszczania i zagospodarowania powstających ścieków przemysłowych, które wpisywałyby się w koncepcję gospodarki o obiegu zamkniętym [GOZ].

W pracy zaproponowano nowatorskie rozwiązanie w tym obszarze, oparte na sorpcji nieprodukcyjnych ścieków mleczarskich na złożu biowęglowym, wytworzonym w wyniku termicznego rozkładu biomasy mikroalg. Ponadto, do produkcji biomasy mikroalg konieczny jest dostęp związków biogennych (w szczególności azotu i fosforu), których tanim źródłem mogą być produkcyjne ścieki mleczarskie.

Do przygotowania podłoża hodowlanego wykorzystano produkcyjne ścieki mleczarskie. Biomase mikroalg wyseparowano z podłoża hodowlanego poprzez sedimentację i odwirowanie, a następnie odwodniono ją w procesie liofilizacji. Suchą biomase alg poddano pirolizie w temperaturze 600°C w atmosferze dwutlenku węgla. Stopień uporządkowania struktury otrzymanego biowęgla oceniano na podstawie widm Ramana. Stwierdzono obecność pasma D w zakresie 1346–1354 cm^{-1} , które odpowiada nieuporządkowanym strukturom węglowym, oraz pasma G w zakresie 1585–1594 cm^{-1} , pochodzącego od drgań rozciągających. Wyznaczono stosunek intensywności pasm D/G, mierzony wielkościami pól powierzchni pod pikami 1353 cm^{-1} i 1591 cm^{-1} , który jest jednym z kluczowych parametrów, charakteryzujących strukturę materiałów węglowych. W kolejny etapie badań przeprowadzono proces sorpcji nieprodukcyjnych ścieków mleczarskich, metodą ekstrakcji do fazy stałej. Na podstawie wyników przeprowadzonych badań stwierdzono wysoką efektywność sorpcyjną biowęgla z mikroalg wobec ścieków mleczarskich. Mętność została zredukowana o 93%, zawiesina o 94%, siarczany o 67%, chlorki o 80% oraz węgiel organiczny o 17%.

Przeprowadzone prace badawcze potwierdziły możliwość wykorzystania ścieków mleczarskich jako naturalnej pożywki do hodowli mikroalg, oraz wytwarzania z nich wartościowego materiału biowęglowego, który może znaleźć zastosowanie jako złożo sorpcyjne przy oczyszczaniu nieprodukcyjnych ścieków mleczarskich.

Literatura

Hou Z., Luo M., Yang Yi., Zhou Ji., Liu Li.: Algae – based carbons: Design, preparation and recent advances in their use in Energy storage catalysis and adsorption. *New Carbon Materials*, 2021, 36, 2, 278–303, DOI: 10.1016/S1872-5805(21)600203.

Wu P., Singh B. P., Wang H., Jia Z., Wang Y.: Bibliometric analysis of biochar research in 2021: a critical review for development, hotspots and trend directions, *Biochar*, 2023, 6, 1-21 DOI: 10.1007/s42.

Praca przygotowana w ramach rozprawy doktorskiej realizowanej na Wydziale Inżynierii Materiałów Budownictwa i Środowiska Uniwersytetu w Bielsku-Białej. Temat: *Badanie wpływu wybranych czynników abiotycznych na właściwości biomasy mikroalg przydatnych do wytwarzania biomateriałów*. Promotor dr hab. inż. Dagnuta Ciechańska

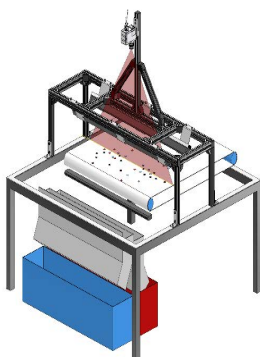
5. Zastosowanie obrazowania hiperspektralnego w recyklingu materiałów i surowców

Piotr Czajka, Piotr Garbacz, Wojciech Mizak, Berenika Linowska, Jordan Mężyk, Marcin Powroźnik, Andrzej Zbrowski

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji
piotr.garbacz@itee.lukasiewicz.gov.pl.

W ostatnich latach coraz większą uwagę poświęca się efektywnemu recyklingowi odpadów w celu ich ponownego wykorzystania. Nadmierna eksploatacja zasobów naturalnych doprowadziła do poszukiwania nowych koncepcji w zakresie zrównoważonych technologii. W efekcie tego ważnym elementem gospodarki o obiegu zamkniętym stała się

koncepcja urban mining, którą można zdefiniować jako zespół procesów i działań związanych z produkcją surowców wtórnych z odpadów generowanych przez działalność człowieka. Polimery oraz metale szlachetne, takie jak złoto, srebro, pallad i inne, można odzyskiwać m.in. ze zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego [ZSEE]. W celu zapewnienia efektywnej selekcji materiałów prowadzone są prace



Rys. 1. System obrazowania hiperspektralnego do recyklingu materiałów i surowców.

nad rozwojem technologii optomechatronicznych oraz sztucznej inteligencji. Jednym z najnowszych rozwiązań wdrażanych w przemyśle jest obrazowanie hiperspektralne (HSI). Technologia ta umożliwia jednoczesną rejestrację kilkuset obrazów o różnym zakresie widma elektromagnetycznego.

W ramach zrealizowanych prac badawczych w Łukasiewicz-ITEE opracowany został zintegrowany system automatycznej selekcji materiałów (Rys. 1), na podstawie danych hiperspektralnych który wykorzystuje metody uczenia maszynowego.

6. Wpływ nanocząstek ZnO i TiO₂ na wydajność membran z warstwą aktywną PVA w procesie odsalania wody metodą perwaporacji

**Izabela Gortat^{1,2}, Jerzy Chruściel², Joanna Marszałek¹,
Paweł Wawrzyniak¹, Renata Żyła²**

¹Politechnika Łódzka, Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska

*²Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny
Izabela.gortat@dokt.p.lodz.pl*

W związku z niedoborami wody na świecie poszukuje się nowych rozwiązań w zakresie jej pozyskiwania. Jednym z możliwych sposobów jest odsalanie wody morskiej technikami membranowymi. Nasze badania skupiają się na wpływie nanocząstek tlenku cynku [ZnO] i dwutlenku tytanu [TiO₂] (NPs) na wydajność [J], wyrażoną strumieniem permeatu, oraz selektywność [R], czyli stopień retencji – w procesie perwaporacji (PV). Proces PV należy do niskociśnieniowych technik separacji membranowej, stosowanych głównie przy separacji azeotropów. Warstwa aktywna membrany PV, przygotowana metodą suchej inwersji faz, została skutecznie zmodyfikowana nanocząsteczkami powyższych tlenków metali. Komercyjne membrany ultrafiltracyjne na bazie polisulfonu pokryto zawiesziną nanonapełniaczy ZnO lub TiO₂ w 5% wag. roztworze wodnym tworzącym membranę PVA, zawierającą środek powierzchniowo czynny (w celu

uzyskania większego stopnia hydrofilowości] poddaną wcześniej sonikacji w 25°C przez 30 min, następnie dodano aldehyd glutarowy jako środek sieciujący i suszono w 80°C przez 30 min. Do procesu PV wykorzystano modelowy roztwór wody morskiej (o zawartości NaCl 3,5% mas.). Badano także kąty zwilżania i stopień spęczenia w wodzie. Zawartość nanocząsteczek podano jako % wagowy w odniesieniu do ilości PVA. Określono także stopień spęczenia (S) otrzymanych nowatorskich membran PV.

Tabela 1. Podsumowanie wyników wydajności, selektywności i parametrów charakterystycznych dla membran PV (modyfikowanych nanocząsteczkami ZnO i TiO₂), uzyskanych metodą suchej inwersji faz.

Membrana	Zawartość % n-ZnO	Kąt zwilżania [°]	Stopień spęczenia [%]	J [kg/m ² h]	R [%]
M31	50.0	57.06	50.32	9.62	99.34
M36	25.0	38.05	61.13	11.60	99.87
M41	12.5	25.59	66.49	21.24	69.29
Membrana	Zawartość % n-TiO ₂	Kąt zwilżania [°]	Stopień spęczenia [%]	J [kg/m ² h]	R [%]
M35	50.0	45.75	74.18	8.28	99.65%
M38	25.0	26.54	63.32	6.88	94.83%
M42	12.5	11.86	59.61	15.36	9.83%

Wyniki w **tabeli 1** pokazują, że mniejsze dodatki ZnO lub TiO₂ powodują gwałtowny spadek selektywności **R**, zwiększając jednocześnie wydajność **J** procesu PV. Optymalna zawartość ZnO wynosiła 25% wagowych w przeliczeniu na ilość PVA w roztworze tworzącym membranę (M36). Dla membrany M35 zawierającej 50% wag. TiO₂, najwyższą selektywność **R** zaobserwowano przy stosunkowo dużym strumieniu **J** otrzymanego permeatu. Wraz ze spadkiem zawartości ZnO lub TiO₂ wzrastała hydrofilowość badanych membran, co potwierdzała malejąca wartość ich kątów zwilżania, jednocześnie przy wzroście stopnia spęczenia. Temat wymaga dalszych badań i optymalizacji energetycznej.

7. Mikroplastiki w kompostach jako bariera gospodarki o obiegu zamkniętym

Katarzyna Grąż

*Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II,
Wydział Nauk Przyrodniczych i Technicznych,
Instytut Nauk Inżynieryjno-Technicznych
katarzyna.graz@kul.pl*

Filozofia zrównoważonego rozwoju narzuca systemom gospodarowania odpadami rozwiązania technicznie poprawne, które są ekonomicznie efektywne i społecznie akceptowane. Jednym z elementów tych systemów jest gospodarka odpadami organicznymi w dwóch strumieniach: odpadów organicznych komunalnych i tzw. odpadów zielonych. Ich skład jest odmienny lecz pewne właściwości i technologiczne możliwości przetwarzania są identyczne. Zupełnie inne są też możliwości wykorzystania produktów recyklingu organicznego. Jednak w obu przypadkach konieczne jest takie przetwarzanie, bez względu na rodzaj odpadów, aby możliwe było albo wykorzystanie ich w jak największym stopniu albo składowanie wyłącznie odpadów stabilnych biologicznie.

Dużym problemem na całym świecie – nie tylko dla miast są nano i mikroplastiki. Szacuje się, że 2–5% wszystkich wyprodukowanych tworzyw sztucznych wprowadza się do oceanów. Polimery o dużej gęstości osadzają się na dnie zbiorników wodnych, imitując pożywienie dla przydennych bezkręgowców. Z kolei unoszący się na powierzchni wody mikroplastik o niskiej gęstości stanowi zagrożenie dla zooplanktonu oraz mniejszych ryb. Przeprowadzane badania wskazują jednak, że zanieczyszczenie środowisk lądowych może być nawet od 4 do 23 razy większe niż oceanu. Mikroplastiki przepływając przez oczyszczalnię ścieków są kumulowane w osadach ściekowych, a w przypadku przyrodniczego wykorzystania osadów trafiają do gleb. Kolejnym źródłem zanieczyszczenia gleb są komposty, zwłaszcza z odpadów organicznych pochodzenia komunalnego i z odpadów zielonych. 16 stycznia 2018 r. Komisja Europejska opublikowała europejską strategię dotyczącą tworzyw

sztucznych w gospodarce o obiegu zamkniętym, w której przedstawiono sposób projektowania produktów z tworzyw sztucznych, ich produkowanie, wykorzystywanie oraz poddawanie recyklingowi.

Celem pracy jest prezentacja wyników badań wstępnych pochodzących z odpadów organicznych pod kątem możliwości identyfikacji w nich mikroplastików.

8. Zagospodarowanie odpadów poniżej 10 mm zgodnie z koncepcją circular economy

Anna Gronba-Chyła

*Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II,
Wydział Nauk Przyrodniczych i Technicznych
amgronba@kul.pl*

Przedstawiono możliwość zagospodarowania odpadów poprzez utworzenie z nich nowego materiału o dobrych właściwościach. Szczególną uwagę poświęcono odpadowi z czyszczenia ulic i chodników, ze względu na to, iż dotychczas brakuje sposobów i technologii jego odzysku i recyklingu, a więc jest on składowany na składowiskach odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne, generując koszty i zajmując miejsce na składowiskach. Takie postępowanie z nim jest niezgodne z filozofią circular economy. Przez brak technologii zagospodarowania w oparciu o obieg zamknięty, generuje on bardzo duże koszty ekonomiczne i środowiskowe. Analiza literaturowa wykazała, że brak jest rozwiązań w tym zakresie, a poszukiwanie alternatyw i metod unieszkodliwiania tego odpadu, może przynieść korzyści ekologiczne i ekonomiczne. Stąd też podjęto temat wykorzystania tego odpadu do wyrobu materiałów na wzór kruszywa lekkiego. Przed przystąpieniem do procesu tworzenia mieszanek, wszystkie komponenty poddano badaniom laboratoryjnym takim jak skład tlenkowy. Badania laboratoryjne potwierdziły możliwość wykorzystania poszczególnych komponentów i utworzenie z nich materiału na wzór kruszywa lekkiego. Dodatkowo ze względu na brak badań nad odpadem z czyszczenia ulic i chodników poddano go kilku dodatkowym

badaniom takim jak: określenie zawartości wody, ilości frakcji mineralnej i organicznej, analizie sitowej oraz zbadaniu wielkości cząstek.

9. Przetwarzanie wyłoków z winogron na surowce kosmetyczne z wykorzystaniem procesu agregacji surfaktantów

Zofia Hordyjewicz-Baran¹, Tomasz Wasilewski^{1,2}, Magdalena Zarębska¹, Natalia Stanek-Wandzel¹, Ewa Zajszy-Turko¹, Magdalena Tomaka¹

¹*Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ciężkiej Syntezy Organicznej "Błachownia"*

²*Uniwersytet Radomski, Wydział Inżynierii Chemicznej i Towaroznawstwa
zofia.hordyjewicz@icso.lukasiewicz.gov.pl*

Zwiększanie bezpieczeństwa produktów to niewątpliwie jeden z najważniejszych trendów obserwowanych w branży kosmetycznej w ostatnich latach. Konsumenci poszukują produktów zawierających substancje pochodzenia naturalnego, spełniających zasady polityki zrównoważonego rozwoju i mających ograniczony negatywny wpływ na ludzi i środowisko.

W pracy przedstawiono wydajny i bezpieczny proces otrzymywania produktów kosmetycznych, który nazwano jako Chemiczna Ekstrakcja Pożyczkowa, ang. *Loan Chemical Extraction* (LCE). Idea metody opiera się na zapożyczeniu składników z końcowego kosmetyku w celu wyizolowania substancji bioaktywnych z surowców roślinnych. Skład roztworu ekstrakcyjnego obejmuje wyłącznie składniki przeznaczone do produkcji finalnej formułacji (kosmetyku) i został dobrany tak, aby zapewnić odpowiednie agregaty (micele) w fazie objętościowej. Agregaty te zapewniają skuteczne wmywanie cennych kosmetycznie składników z surowców roślinnych. Otrzymane ekstrakty przeznaczone są do bezpośredniego zastosowania w produktach kosmetycznych i składają się wyłącznie ze składników przeznaczonych do przygotowania końcowego produktu.

Jako surowiec roślinny wykorzystano wyłoki winogronowe, produkt uboczny powstający podczas uprawy winogron i produkcji wina, będący

bogatym źródłem związków bioaktywnych (polifenolowych), cennych z kosmetologicznego punktu widzenia. Wykazano, że stosując metodę LCE możliwe jest otrzymanie wartościowych kosmetyków.

Literatura:

1. T. Wasilewski, Z. Hordyjewicz-Baran, M. Zarębska, N. Stanek, E. Zajszy-Turko, M. Tomaka, T. Bujak, Z. Nizioł-Lukaszewska, *Molecules* 2022, 27, 2444.

10. Gospodarka obiegu zamkniętego w przedsiębiorstwach przemysłowych

Jolanta Janiszewska, Paulina Rajewska

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji

jolanta.janiszevska@itee.lukasiewicz.gov.pl

Cyrkularny model gospodarczy stał się, w obliczu wyczerpywania się zasobów naturalnych (w tym wodnych) oraz ciągłego pogarszania stanu środowiska naturalnego, koniecznością. Światowe zasoby wody słodkiej, będącej źródłem wody pitnej, są krytycznie małe. Polska, zgodnie z normami ONZ i najnowszymi danymi GUS, jest jednym z wielu krajów zagrożonych niedoborem wody słodkiej, które najbardziej eksploatowane są przez przemysł (ok. 70 % rocznego zużycia). Opracowywanie oraz wdrażanie rozwiązań technologicznych mających na celu oczyszczanie, wielokrotne wykorzystywanie i wprowadzanie w obieg zamknięty wody w przemyśle jest więc niezbędne dla zachowania jej zasobów dla przyszłych pokoleń.

Praca dotyczy zastosowania, zaprojektowanego i wytworzonego w Łukasiewicz – Instytucie Technologii Eksploatacji, zintegrowanego systemu oczyszczania poprocesowych cieczy technologicznych, do zamykania obiegów wody w przemyśle mleczarskim i ziemniaczanym. Zastosowany system stanowi rekonfigurowalny układ instalacji membranowych (od mikrofiltracji do odwróconej osmozy), wspierany komplementarnymi w stosunku do filtracji technikami oczyszczania wodnych cieczy technologicznych (instalacje wstępnego oczyszczania i pogłębionego utleniania) oraz rozwiązaniami IT umożliwiającymi niezależną pracę poszczególnych modułów, pracę dowolnej konfiguracji technologicznej, a także jednoczesną pracę wszystkich instalacji.

Badaniom nad możliwością oczyszczania do poziomu pozwalającego na ponowne użycie poddano poużytkowe ciecze z mycia instalacji mleczarskich oraz mycia ziemniaków stosowanych do produkcji chipsów. Mikrofiltracja ścieków mleczarskich techniką cross-flow umożliwiła usunięcie skoagulowanych białek, tłuszczów, bakterii. Stwierdzono, że mikrofiltracja pozwala na wielokrotne oczyszczanie alkalicznych kąpeli myjących oraz ich powtórne zastosowanie w procesie pierwotnym.

Z kolei zastosowanie ultrafiltracji sprzężonej z nanofiltracją do oczyszczania ścieków z procesów mycia i krojenia ziemniaków pozwoliło na usunięcie od 65–100% zanieczyszczeń. W obu przypadkach uzyskane wyniki dowodzą, że zastosowanie technik membranowych umożliwia wprowadzenia zamkniętych obiegów wody, a tym samym zasad GOZ w przedsiębiorstwach branży mleczarskiej i ziemniaczanej.

11. Wykorzystanie odpadu ze spalania węgla kamiennego do produkcji zapraw cementowych

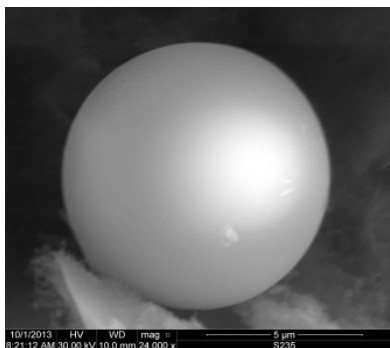
Monika Jaworska-Wędzińska, Iga Jasińska

Uniwersytet Radomski im. Kazimierza Puławskiego,

Wydział Mechaniczny

m.jaworska@uthrad.pl

W skali globalnej węgiel jest drugim, zaraz po ropie naftowej, najczęściej używanym surowcem energetycznym na świecie. Wzrost zapotrzebowania na energię eklektyczną wiążący się z rozwojem technologiczno-ekonomicznym krajów rozwijających się, powoduje powstawanie coraz to większej ilości tak zwanych ubocznych produktów spalania. Dlatego istotne jest odpowiednie zagospodarowanie odpadów jak i powtórne ich wykorzystanie. Odpadem, który może być wykorzystany w produkcji zapraw cementowych jest popiół lotny krzemionkowy, pochodzący ze spalania węgla kamiennego. Popioły lotne są pyłami wytrąconymi podczas spalania węgla, które opuszczają palenisko wraz z gazami odlotowymi, a następnie zostają odpylone przez elektrofiltry. Popiół lotny



Rys. 1. Morfologia ziaren popiołu lotnego krzemionkowego wykorzystanego do badań wraz z analizą chemiczną składu wykonaną w punkcie z wykorzystaniem detektora EDAX Spectrum

krzemionkowy otrzymywany jest ze spalania węgla kamiennego w paleniskach pyłowo-wirowych w temperaturze 1300–1450°C. Popioły lotne krzemionkowe są powszechnie stosowane jako dodatki do cementu i betonu, dodawany do mieszanki betonowej w znacznym stopniu wpływa na właściwości betonu. Z uwagi na charakteryzujące go właściwości pucolanowe dodawany jest jako aktywny składnik do spoiwa cementowego. Popiół krzemionkowy występuje w postaci sferycznych ziaren o różnej średnicy, najdrobniejsze ziarna nie przekraczają 0,01 µm natomiast największe mają 45 µm rys 1.

12. Odzyskiwanie surowców o działaniu antyoksydacyjnym z odpadów kawowych

Karolina Jelonek^{1,2}, Adrianna M. Piasek^{1,2}, Paula Bardadyn^{1,2}, Łukasz Wysocki^{1,2}, Tomasz Kobiela², Anna Sobiepanek²

¹*EcoBean sp. z o. o.*

²*Politechnika Warszawska, Wydział Chemiczny, Katedra Biotechnologii Środków Leczniczych i Kosmetyków
k.jelonek@ecobean.pl*

Kawa to napój stanowiący coraz bardziej nieodłączną część codziennej rutyny społeczeństwa. Przekłada się to na światową produkcję zielonych ziaren kawowca, która w roku 2020/21 wyniosła niemal 10 mln ton [1]. Na statystycznego Polaka przypada rocznie od 2,2 do 3 kg kawy, co jest tożsame z ok. 300 filiżankami naparu [2]. Pokrycie wzrastającego zapotrzebowania rynku powoduje wytwarzanie ogromnych ilości odpadów, których zagospodarowanie wiąże się z wyzwaniem ekonomicznymi i środowiskowymi.

Końcowym odpadem przetwórstwa ziaren kawowca są stałe pozostałości po parzeniu kawy (ang. spent coffee grounds, SCG), które powstają głównie w zakładach produkcyjnych kawy rozpuszczalnej, branży gastronomicznej oraz hotelarskiej (HoReCa), a także w gospodarstwach domowych. W Polsce rocznie generuje się ok. 235 tys. ton SCG, zaś w Europie nawet 3,4 mln ton. Szacuje się, że ponad połowa SCG trafia na składowiska, ok. 34% jest kompostowane, a niecałe 12% spalane [3].

Tymczasem, w odpadach kawowych drzemie niewykorzystany potencjał, wynikający z dużej zawartości różnorodnych związków organicznych, w tym bioaktywnych (m.in. polifenole, flawonoidy, diterpeny). Skład oraz właściwości fizyczne SCG pozwalają na ich zastosowanie w licznych branżach, bezpośrednio lub po obróbce. Waloryzacja tych odpadów jest obiektem zainteresowania firmy EcoBean. Zgodnie z ideami zrównoważonego rozwoju oraz gospodarki o obiegu zamkniętym, opracowany został innowacyjny ciąg technologiczny, w którym SCG są całkowicie przetwarzane do pięciu surowców: oleju kawowego, ekstraktu antyoksydantów, ligniny, polilaktydu, oraz dodatków białkowych.

Celem przedstawionych badań było opracowanie metod efektywnego pozyskania z SCG dwóch surowców: oleju kawowego oraz ekstraktu, które cechowałyby się wysoką aktywnością antyoksydacyjną oraz niską szkodliwością wobec komórek skóry.

Procesy prowadzono na SCG pochodzących z warszawskich kawiarni. W toku badań opracowano metody pozyskiwania oleju kawowego oraz ekstraktu antyoksydantów. W trosce o zamknięcie obiegu reagentów, rozpuszczalniki są regenerowane, co umożliwia ich ponowne wykorzystanie. Oceny właściwości antyoksydacyjnych otrzymanego oleju i ekstraktu dokonano przy zastosowaniu testów chemicznych, m.in. testu Folin-Ciocalteu, który pozwala na oznaczenie całkowitej zawartości polifenoli. W ten sposób porównano olej z SCG do dostępnych komercyjnie olejów z zielonych i prażonych ziaren kawy, wykazując ponad 2,5-krotnie większą zawartość polifenoli. Podobnie stwierdzono pod tym kątem przewagę ekstraktu

z SCG nad borówkami i jeżynami, które są istotnymi źródłami tych związków.

Przeprowadzono ocenę otrzymanych surowców pod względem cytotoxyczności oraz działania antyoksydacyjnego wobec komórek skóry linii HaCaT. Przy użyciu testu MTT dla badanych zakresów stężeń obu surowców nie stwierdzono istotnego wpływu na obniżenie żywotności keratynocytów. Wykorzystując test z sondą DCF-DA wykazano zdolność surowców do obniżania ilości wolnych rodników wydzielanych przez komórki, do ok. 80% dla oleju i do ok. 60% w przypadku ekstraktu. Ponadto dowiedziono, że ekstrakt cechuje się większymi właściwościami ochronnymi wobec promieniowania UV, niż naprawczymi.

Dotychczasowe wyniki pokazują, że olej kawowy i ekstrakt antyoksydantów uzyskane z odpadów kawowych, będące surowcami otrzymanymi zgodnie z zasadami gospodarki o obiegu zamkniętym, wykazują bardzo dobre właściwości w zakresie aktywności antyoksydacyjnej i bezpieczeństwa ich stosowania wobec komórek skóry, sugerując możliwość ich skutecznego wykorzystania m.in. w branży kosmetycznej. Rozwiązanie umożliwia nie tylko redukcję ilości odpadów kawowych, ale także wprowadzenie na rynek naturalnych zamienników obecnie wykorzystywanych substancji, prowadząc do zmniejszenia szkodliwego wpływu przemysłu na środowisko.

Literatura:

[1] International Coffee Organization, „World Coffee Production”. ico.org (dostęp 21.08.2023).

[2] Czarniecka-Skubina, E., Pielak, M., Satek, P., Korzeniowska-Ginter, R., Owczarek, T. [2021]. Consumer Choices and Habits Related to Coffee Consumption by Poles. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18[8], 3948. doi:10.3390/ijerph18083948

[3] Hechmi, S., Guizani, M., Kallel, A., Zoghلامي, R.I., Zrig, E.B., Louati, Z., Jedidi, N., Trabelsi, I. [2023]. Impact of raw and pre-treated spent coffee grounds on soil properties and plant growth: a mini-review. *Clean Technologies and Environmental Policy*, doi:10.1007/s10098-023-02544-w

13. Możliwości wykorzystania technologii rozpylania magnetronowego do modyfikacji właściwości polimerowych materiałów Filtracyjnych

Joanna Kacprzyńska-Gołacka

*Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji,
joanna.kacprzynska-golacka@itee.lukasiewicz.gov.pl*

Procesy filtracji z wykorzystaniem membran polimerowych, ze względu na swoje niekwestionowane zalety takie jak prostota oraz elastyczność aplikacyjna, odgrywają coraz istotniejszą rolę w wielu obszarach przemysłu. Poważnym ograniczeniem wykorzystywania membran polimerowych jest tworzenie się zjawiska biofoulingu, polegającego na zasiedlaniu powierzchni, a także porów membran przez mikroorganizmy. W wyniku biofoulingu następuje spadek wydajności filtracji w czasie, zwiększenie ciśnienia transmembranowego oraz zmiana selektywności membran. Zjawisko to wprowadza konieczność oczyszczania lub częstszej wymiany membran prowadząc do obniżenia efektywności oraz podniesienia kosztów filtracji. Biorąc pod uwagę wymagania, które powinny spełniać membrany stosowane w procesach filtracji uznano, że konieczne jest opracowanie membran nowej generacji, które będą charakteryzowały się dodatkowymi właściwościami antybakteryjnymi, fotokatalitycznymi, antybiofoulingowymi. Takie podejście przyczyni się do istotnej poprawy efektywności procesów filtracji membranowej oraz ograniczenia kosztów związanych z ich eksploatacją.

Jednym z efektywnych rozwiązań problemu zjawiska biofoulingu w procesach membranowych jest wytwarzanie na powierzchni polimerowych membran filtracyjnych cienkich powłok funkcjonalnych z wykorzystaniem technik inżynierii powierzchni. Dzięki bardzo dużym możliwościom plazmowych technologii inżynierii powierzchni w zakresie kształtowania składu chemicznego powłok, ich mikrostruktury, grubości, jak również dużą różnorodność metod ich osadzania, możliwe jest wytwarzanie powłok o różnych właściwościach funkcjonalnych. W pracy przedstawiono

analizę możliwości kształtowania właściwości polimerowych membran filtracyjnych przy wykorzystaniu nowoczesnych technik inżynierii powierzchni.

Podziękowanie: Prezentowane wyniki zostały uzyskane w ramach prac zrealizowanych w dwóch projektach badawczych finansowanych ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju [TECHMATSTRATEG-III/0005/2019-00 oraz LIDER/31/0092/L-7/15/NCBR/2016]

14. Technologia obuwia tekstylnego w obszarze GOZ na przykładzie firmy FILATI

**Patrycja Kaziur¹, Zbigniew Mikołajczyk¹, Bogusław Woźniak²,
Paweł Tomaszewski³**

¹Politechnika Łódzka, Wydział Technologii Materiałowych i Wzornictwa Tekstyliów, Katedra Technologii Dziewiarskich i Maszyn Włókienniczych,

²Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji,

³FILATI Mirosław Kubiak Sp.J.

patrycja.kaziur@dokt.p.lodz.pl.

Materiały tekstylne zyskują coraz większe znaczenie w przemyśle obuwniczym. Jedną z najnowszych metod stosowanych w produkcji obuwia zwłaszcza sportowego oraz rekreacyjnego jest technologia dziewiarska, w której wierzchnia część wyrobu wytwarzana jest w postaci odpasowanego elementu tekstylnego. Jediną polską firmą

zajmującą się produkcją cholewek w tej technologii jest firma FILATI Mirosław Kubiak Sp.J., która pod marką Brubeck wyprodukowała „minimalistyczne” buty Barefoot Merino.



Rys. 1. Buty „minimalistyczne” Barefoot Merino firmy Brubeck

W ramach współpracy Politechniki Łódzkiej z wyżej wymienioną firmą określono cechy komfortu fizjologicznego

odpasowanej dwuwarstwowej cholewki wyprodukowanej na szydełkarce cylindrycznej małej średnicy firmy Lonati.

Przeprowadzone badania wykazały, że buty „minimalistyczne” Bare-foot Merino firmy Brubeck przy zachowaniu stosunkowo niskiej wartości grubości oraz masy powierzchniowej posiadają wysokie walory komfortu termo-fizjologicznego. Dodatkowym walorem zastosowanej technologii dziewiarskiej “knit and wear” jest eliminacja odpadów produkcyjnych. Produkt w części wierzchniej cholewki tekstylnej, jak i podszewy może być recyklingowany.

Literatura:

1. A. Kowalski, Pol. J. Chem. 2005, 77, 2405 . Kaziur P, Mikołajczyk Z, Kłonowska M, Woźniak B. Design Methodology and Technology of Textile Footwear. Materials. 2022; 15(16):5720.

2. brubeck.pl

15. Adsorpcja jonów chromu (III) z roztworów wodnych na biowęglach otrzymanych z odpadów roślinnych

Bernadetta Kaźmierczak, Anna Kaczmarczyk, Jolanta Drabik, Elżbieta Rogoś, Paweł Radulski, Jarosław Molenda

*Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji
bernadetta.kazmierczak@itee.lukasiewicz.gov.pl*

Intensywny rozwój przemysłu zwiększa zapotrzebowanie na wodę technologiczną, a tym samym generuje strumienie ścieków zawierających w swoim składzie szereg szkodliwych substancji chemicznych, w tym metale ciężkie. Powoduje to konieczność poszukiwania efektywnych i akceptowalnych ekonomicznie metod oczyszczania ścieków, pozwalających na ponowne wykorzystanie wody do operacji technologicznych [1]. Powszechne do sorpcji metali z roztworów wodnych stosuje się adsorpcję na węglach aktywnych [2–4]. W mniejszym stopniu w literaturze pojawiają się badania dotyczące biowęgla. Jest to nowy i jednocześnie ciekawy obiekt badawczy, ze względu na różnorodność materiału, z którego może być pozyskany (biomasa roślinna).

Biowęgle mogą być wykorzystane do adsorpcji jonów pierwiastków takich jak: nikiel, chrom, ołów, miedź, srebro, kadm, nikiel, żelazo i cynk [5,6]. Jednym z najbardziej toksycznych metali ciężkich i trudno usuwalnym z roztworów wodnych jest chrom, który powoduje poważne problemy środowiskowe i zdrowotne [7]. Dlatego zanim wodne roztwory chromowe zostaną odprowadzone do środowiska naturalnego, muszą zostać oczyszczone ze związków chromu.

W pracy porównano wpływ struktury oraz rozwinięcia powierzchni sorbentów biowęglowych (otrzymanych pirolitycznie z różnej roślinnej biomasy odpadowej) na efektywność usuwania chromu (III) z modelowych roztworów wodnych. Otrzymane biowęgły poddano analizie technikami FTIR, Ramana i SEM/EDS. Natomiast stężenie chromu w przesączach po adsorpcji badano techniką ICP MS.

Literatura:

1. B. Kaźmierczak, J. Molenda, M. Swat, Environ. Technol. Innov. 2021, 23, 101737.
2. J. Molenda, Journal of Machine Construction and Maintenance, 2018, 4, 99–104.
3. C. Souza, D. Majuste, V.S.T. Ciminelli, Hydrometallurgy, 2014, 142, 1–11.
4. J. Lach, E. Okoniewska, E. Neczaj, M. Kacprzak, Desalination, 2007, 206, 259–269.
5. F. Wang, H. Sun, X. Ren, Y. Liu, H. Zhu, P. Zhang, C. Ren, Environ. Pollut., 2017, 231, 229–236.
6. D.S. Malik, C. K. Jain, A.K., Appl. Water Sci., 2017, 7, 2113–2136
7. I. Jacukowicz–Sobala I., Przemysł Chem., 2009, 88/1, 5 –60.

16. Innowacyjne podejście do produkcji polimerów, czyli bezizocyjanianowe poliuretany dla zrównoważonej przyszłości

Marcin Kędzierski, Paweł Parzuchowski

Politechnika Warszawska

marcin.kedzierski.dokt@pw.edu.pl

W dzisiejszym świecie jednym z głównych problemów, przed którymi postawiona została ludzkość okazał się zaobserwowany w ostatnim

stuleciu nagły wzrost średniej temperatury naszej planety spowodowany coraz większym stężeniem dwutlenku węgla w atmosferze. Aby zminimalizować ten proces zaczęto szukać sposobów na wychwyt, a następne zmagazynowanie lub najlepiej użycie nadmiarowego CO₂ antropogenicznie wydzielanego z miejsc wysoce emitujących, takich jak technologie produkcji i przetwarzania polimerów.

Kolejnym problemem, przed którym stoimy jako cywilizacja jest wzrost użycia tworzyw sztucznych. Jednym z głównych grup polimerów, z których korzystamy w życiu codziennym są poliuretany. Do ich tradycyjnej syntezy wykorzystywane są izocyjaniany i fosgen, które stanowią niebezpieczeństwo dla środowiska naturalnego i zdrowia ludzi.

Aby zapobiec obu problemom badane są nowe ścieżki syntezy poliuretanów tak zwanymi metodami bezizocyjanianowymi korzystającymi z użycia dwutlenku węgla jako jednego z substratów ich produkcji.

W trakcie wystąpienia przedstawiona zostanie koncepcja wykonywanej przeze mnie pracy doktorskiej, w której wykorzystując odnawialne substraty (takie jak dwutlenek węgla, taniny, kwasy tłuszczowe) syntezowane są materiały o nowych właściwościach, a najważniejsze bezpieczne dla środowiska i zdrowia ludzi.

Podziękowanie: Chciałbym podziękować mojemu promotorowi prof. dr hab. inż. Pawłowi Parzuchowskiemu oraz całemu zespołowi Katedry Chemii i Technologii Polimerów Politechniki Warszawskiej za udzielaną mi w trakcie badań pomoc i miłą atmosferę pracy.

Literatura:

1. John H. Clements, Ind. Eng. Chem. Res. 2003, 42, 663–674
2. Angew. Chem. Int. Ed. 10.1002/anie.202006267
3. S. Anitha, G. Unnikrishnan, K.S. Santhosh Kumar, Materials Letters: X, 14, 2022, 100142
4. A. Napolitano, M. d'Ischia, Journal of Agricultural and Food Chemistry 2022 70 [3], 751–758
5. A. Samil, M.H. Alma, B. Acemioğlu, J. Appl. Polym. Sci., 98: 2450–2453
6. L. Roumeas, C. Aouf, E. Dubreucq, H. Fulcrand, Green Chem., 2013,15, 3268–3275
7. Wang, W.; Bai, X.; Sun, S.; Gao, Y.; Li, F.; Hu, S., Int. J. Mol. Sci. 2022, 23[20], 12613

17. Możliwości stosowania druku 3D w procesie produkcji materiałów budowlanych

Jarosław Kotliński, Karol Osowski

*Uniwersytet Radomski, Katedra Technologii i Projektowania Maszyn
jaroslaw.kotlinski@uthrad.pl, k.osowski@uthrad.pl*

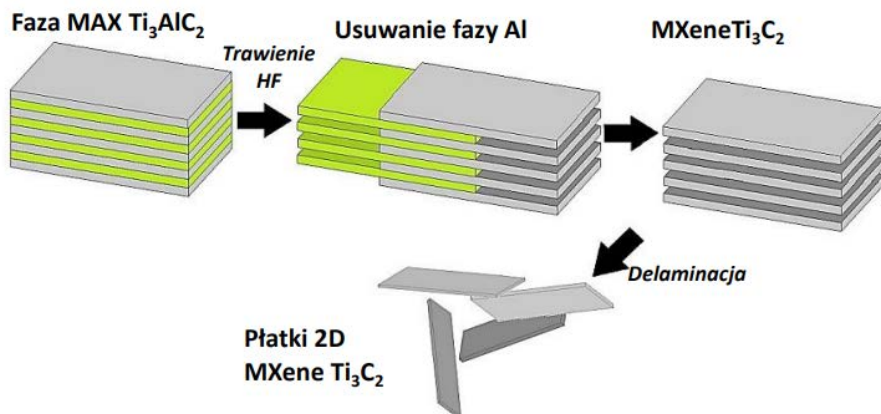
W artykule przedstawiono możliwość zastosowania druku 3D do wytwarzania form na przykładzie produkcyjnej formy do prasowania materiałów ogniotrwałych. Przedstawiono konstrukcję formy produkcyjnej oraz omówiono sposób jej wykonywania. Zaproponowano wykonywanie skomplikowanych kształtów elementów formy za pomocą druku 3D oraz zastosowaniu różnych materiałów stosowanych w druku 3D. Przeprowadzono dyskusję proponowanego rozwiązania oraz przedstawiono wnioski.

18. Wielofunkcyjne sfery nanokompozytowe oparte na dwuwymiarowym Ti_3C_2 do oczyszczania wody

Artur Kozera, Agnieszka Jastrzębska, Dominka Bury

*Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Materiałowej
arturkozera123@gmail.com*

Dwuwymiarowe materiały MXenes po procesie delaminacji wykazują znakomite właściwości fotokatalityczne. Te specyficzne właściwości Ti_3C_2 zostały wykorzystane w celu opracowania wielofunkcyjnych stref nanokompozytowych do adsorpcyjno-magnetyczno-fotokatalitycznego oczyszczania wody z barwników organicznych. Układ kompozytowy każdej kapsułki oparty jest na hydrożelowej osnowie i napełniaczu w postaci cząstek magnetytu i nanopłatków MXene. Osnowa z usiecianego biopolimeru stanowi idealne środowisko do wnikania barwnika do wnętrza każdej kapsułki, a obecność magnetytu pozwala na magnetyczną separację kapsułek.



Rys. 1. Schemat przedstawiający etapy syntezy płatków Ti_3C_2 .

W celu uzyskania kapsulek o największej wydajności konieczna była optymalizacja ich składu. W celu zbadania morfologii powierzchni wytworzonych kapsulek wykorzystano SEM oraz mikroskop świetlny. Stabilność cząstek MXene w układzie kompozytowym badana była poprzez pomiar potencjału Zeta. W badaniach wykorzystano 2 barwniki organiczne: błękit metylenowy (modelowy) i błękit brylantowy (przemysłowy), a za pomocą spektrofotometrii UV-Vis dobrano ich optymalne stężenia. Proces fotokatalityczny przeprowadzany był w reaktorze świetlnym, w którym zostały umieszczone kapsułki po uprzedniej adsorpcji barwnika. Efektywność procesu fotokatalitycznego mierzona była poprzez dokonywanie pomiaru absorbancji światła przez zaadsorbowany barwnik po określonym czasie naświetlania.

Podziękowanie: Składam wyrazy podziękowania Pani dr hab. inż. Agnieszce Jastrzębskiej, prof. uczelni, za rozbudzenie we mnie pasji dążenia do poznania świata od najmniejszych jego cząstek.

Literatura:

A. Kozera, Wielofunkcyjne sfery nanokompozytowe oparte na dwuwymiarowym Ti_3C_2 do oczyszczania wody. Praca Inżynierska: Politechnika Warszawska; Warszawa 2023.

19. Wykorzystanie technologii cienkich warstw w procesach konwersji energii

Paweł Kwaśnicki^{1,2}

¹ *Faculty of Natural and Technical Sciences, John Paul II Catholic University of Lublin*

pawel.kwasnicki@kul.pl,

² *Research & Development Centre for Photovoltaics, ML System S.A.*

pawel.kwasnicki@mlsystem.pl

W ostatnich latach rozwój nowych materiałów i technik produkcyjnych jeszcze bardziej zwiększył wydajność i obniżył koszty technologii fotowoltaicznej. Obecnie technologia fotowoltaiczna jest wykorzystywana w szerokim zakresie zastosowań, od zasilania domów i firm po dostarczanie energii elektrycznej w odległych lokalizacjach i w krajach rozwijających się. Producenci ogniw i paneli słonecznych skupiają się głównie na poprawie wydajności oraz zwiększeniu możliwości aplikacyjnych modułów PV. Wysoka wydajność oznacza, że panele są w stanie wygenerować więcej energii z mniejszej powierzchni, co z kolei oznacza, że do zaspokojenia zapotrzebowania na energię potrzeba mniej paneli. Nowe technologie, takie jak ALD (atomic layer deposition), PVD (physical vapour deposition) pozwalają wytwarzać ścieżki przewodzące o bezpośrednim kontakcie, transparentne elektrody, warstwy aktywne, takie jak perowskity, ultracienkie warstwy w tym warstwy bazujące na kropkach kwantowych, które pomagają zwiększyć wydajność paneli. Istotnym aspektem związanym z wykorzystaniem nowych technologii jest możliwość integracji fotowoltaiki z budynkami w taki sposób aby sprostać również względem estetycznym, stąd bardzo intensywny wzrost gałęzi określanej jako BIPV (Building-Integrated Photovoltaics), oraz wykorzystanie elementów fotowoltaicznych w branży automotive. BIPV, czyli fotowoltaika zintegrowana z budynkiem, to szybko rozwijająca się dziedzina, która obejmuje integrację paneli słonecznych bezpośrednio z materiałami budowlanymi bądź zastąpienie standardowych materiałów budowlanych aktywnymi elementami spełniającymi charakteryzującymi się wieloma funkcjonalnościami. BIPV może

zapewnić atrakcyjne i zrównoważone rozwiązanie dla właścicieli budynków i architektów, którzy chcą obniżyć koszty energii i zmniejszyć swój wpływ na środowisko przy jednoczesnym zachowaniu walorów estetycznych. Przykładami BIPV mogą być fasady fotowoltaiczne zapewniające zarówno izolację termiczną jak i funkcjonalność konwersji energii słonecznej, fotowoltaiczne dachy w postaci dachówek PV, czy fotowoltaiczne świetliki oraz transparentne szyby fotowoltaiczne zapewniające zarówno generację energii jak i przezierność w zakresie widzialnym. Najnowsze trendy w zakresie wykorzystania technologii cienkich warstw w szczególności w zakresie BIPV obejmują integrację BIPV z magazynowaniem energii, wykorzystanie inteligentnych systemów BIPV, rozwój przezroczystych paneli fotowoltaicznych, doposażanie istniejących budynków w panele fotowoltaiczne oraz integrację BIPV z innymi zrównoważonymi funkcjami. Wykorzystując te trendy, właściciele budynków i architekci mogą tworzyć zrównoważone, energooszczędne i atrakcyjne wizualnie budynki, które mogą znacznie obniżyć koszty energii i zmniejszyć ich wpływ na środowisko. Dodatkowo rosnący rynek pojazdów elektrycznych stawia nowe wyzwania dla technologii PV. Moduły przeznaczone do wykorzystania w pojazdach muszą charakteryzować się niską wagą i dawać możliwości integracji z bryłą pojazdu nie zaburzając aerodynamiki. Idealnym rozwiązaniem są zatem elementy fotowoltaiczne zbudowane na bazie nanomateriałów pozwalające tworzyć moduły elastyczne bądź o spersonalizowanym kształcie, a także z uwagi na wykorzystanie cienkich warstw charakteryzujące się niską wagą i odpornością na czynniki środowiskowe.

20. Technologia waloryzacji chromowych odpadów garbarskich

Monika Łożyńska, Anna Kowalik-Klimczak, Maciej Życki

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji

monika.lozynska@itee.lukasiewicz.gov.pl

Proces produkcji skór wyprawionych związany jest z generowaniem znacznych ilości odpadów. Przyjmuje się, że z 1 tony skór surowych

powstaje ok. 300 kg skór wyprawionych, a pozostałe ok. 70% masy początkowej stanowią odpady poprodukcyjne. Odpady te można podzielić na dwa rodzaje: niegarbowane i garbowane. Powstające odpady niegarbowane stosowane są jako surowiec do produkcji m.in. żelatyny, klejów, składników pasz i nawozów. Natomiast zagospodarowanie odpadów garbarskich generowanych w procesach garbowania skór mających na celu zapobieganie ich rozkładowi i gniciu, wciąż pozostaje wyzwaniem dla inżynierów i technologów.

W pracy przedstawiono opracowanie nowej koncepcji waloryzacji chromowych odpadów garbarskich. Jej głównym założeniem jest odzysk związków chromu za pomocą zintegrowanego układu procesu termicznej hydrolizy ciśnieniowej i technik filtracji membranowej. W pierwszym etapie rozdrobnioną mieszaninę nieużytecznych skrawków skór po garbowaniu chromowym poddano rozkładowi w procesie termicznej hydrolizy ciśnieniowej w środowisku kwasu azotowego(V). Ciekły produkt tego procesu frakcjonowano przy użyciu technik filtracji membranowej. Proces mikrofiltracji umożliwił wstępne oczyszczenie hydrolizatu poprzez koncentrację materii organicznej do poziomu umożliwiającego wykorzystanie energetyczne. Z kolei proces nanofiltracji umożliwił osiągnięcie retencji chromu ogólnego na poziomie 99%, a tym samym 3-krotne zatężenie chromu ogólnego we wstępnie oczyszczonym hydrolizacie. Odzyskane w ten sposób związki chromu zostały z powodzeniem wykorzystane podczas modelowych procesów garbowania. Przeprowadzone badania fizyczne (grubość, wytrzymałość na rozciąganie, wydłużenie) i chemiczne (zawartość chromu ogólnego) potwierdziły, że właściwości skór wyprawionych z użyciem chromu odzyskanego z odpadów są zbliżone do właściwości skór garbowanych z użyciem komercyjnie dostępnego garbnika chromowego.

Podziękowanie: Praca powstała w wyniku realizacji projektu „Innowacyjna technologia waloryzacji chromowych odpadów garbarskich oparta na ekstrakcji białek, odzysku chromu i produkcji biogazu” (Akronim: LeatherProBio) współfinansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach Inicjatywy Cornet (Umowa nr CORNET/27/1/2019).

21. Wykorzystanie odpadowego PET w syntezie nowych funkcjonalnych materiałów

Magdalena Mazurek-Budzyńska, Tomasz Bruliński, Karolina Tomczyk, Paweł Parzuchowski, Zbigniew Florjańczyk, Gabriel Rokicki
Politechnika Warszawska, Wydział Chemiczny
magdalena.budzyńska@pw.edu.pl

Opracowano metodę syntezy elastomerów poliuretanowych, wykorzystując tani i łatwo dostępny odpadowy PET, jako alternatywne źródło jednostek aromatycznych. Wprowadzone jednostki aromatyczne zwiększyły stabilność termiczną poli[estro-węglano-uretanów] w porównaniu z poli[węglano-uretanami], jak również w znaczący sposób poprawiły właściwości mechaniczne – wytrzymałość na rozciąganie osiągnęła 60 MPa, przy wydłużeniu względnym przy zerwaniu 320%. Dodatkowo wprowadzone jednostki izoftalowe pozwoliły na zachowanie amorficznej struktury produktu nawet przy 53%mol. udziału składnika aromatycznego w jednostce powtarzalnej segmentu giętkiego.

Opracowane metody syntezy wykorzystano także do syntezy nowego tworzywa: wielkocząsteczkowego alifatyczno-aromatycznego poli[estro-węglanu] – poli[tereftalanu-co-węglanu tetrametyleny]. Przeprowadzone badania właściwości mechanicznych wykazały, że poli[węglan-co-tereftalan tetrametyleny] zawierający 50%mol. jednostek węglanowych wykazuje nieco lepsze właściwości mechaniczne niż komercyjnie dostępny alifatyczno-aromatyczny kopoliester Ecoflex®, wykorzystywany do produkcji worków stosowanych do kompostowania odpadów lub jako tworzywo opakowaniowe. Opracowany alifatyczno-aromatyczny poli[estro-węglan] może znaleźć także zastosowanie jako modyfikator udarności polilaktydu.

Podziękowanie: Projekt był współfinansowany przez Unię Europejską – Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka w ramach projektów MARGEN [POIG.01.03.01-00-018/08] i BIOPOL [POIG.01.01.02-10-025/09]. Badania wspierane były także w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego Unii Europejskiej [Nr projektu: 34/ES/ZSIII/W-POKL/14].

Literatura:

M. Mazurek et al. Polym. Adv. Technol. 2014, 25, 1273.

M. Mazurek et al. J. Polym. Res. 02/2015; 22.

22. Optomechatroniczne systemy ograniczania strat materiałowych i energetycznych

**Tomasz Bombiński, Piotr Czajka, Piotr Garbacz, Jordan Mężyk,
Wojciech Mizak, Andrzej Zbrowski**

*Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji
jordan.mezyk@itee.lukasiewicz.gov.pl*

W nowoczesnych zakładach produkcyjnych coraz częściej Spotkać można specjalizowane optomechatroniczne systemy kontroli jakości produktu i procesu. Pozwalają one na realizację różnorodnych zadań w procesie produkcyjnym. Ich typowym zastosowaniem jest wprawdzie kontrola jakości, ale w ślad za kontrolą jakości idą wymierne korzyści nie tylko ekonomiczne, ale również środowiskowe. Przykładowo, prowadzenie kontroli jakości 100% produkcji, pozwala nie tylko na ograniczenie strat materiałowych, ale również na redukcję śladu węglowego poprzez ograniczenie operacji logistycznych, zarówno u producenta – związanych z pakowaniem produktu i jego magazynowaniem, jak i w późniejszym procesie sprzedaży, związanych z niepotrzebnym transportem wadliwych produktów oraz zwrotem tych produktów do producenta. Podobnie monitorowanie procesów konsumujących olbrzymie ilości energii pozwala na optymalizację zużycia energii.

Optomechatroniczne systemy inspekcji umożliwiają produkcję według strategii „zero-defects” poprzez detekcję i klasyfikację wad wyrobów, przybliżając proces produkcji do idei „zero-waste”. Dzięki ciągłemu monitoringowi i diagnostyce urządzeń i maszyn możliwe jest wydłużenie okresu ich bezawaryjnej eksploatacji oraz mniejsze zużycie szkodliwych dla środowiska operacji i środków serwisowych.

23. Właściwości fizyczne zapraw modyfikowanych produktami pochodzącymi z recyklingu odpadów szklanych

Kamila Molik, Adam Peryt

*Uniwersytet Radomski im. Kazimierza Puławskiego, Wydział Mechaniczny
kmolik048@gmail.com*

Rosnącą świadomość zrównoważonego rozwoju w branży budowlanej wpłynęła na potrzebę poszukiwania surowców, które zastąpią popularne materiały budowlane pochodzenia naturalnego, materiałami odpadowymi. Jednym z takich materiałów jest szkło, które może być wykorzystywane jako kruszywa do produkcji zapraw [1]. Szkło charakteryzuje się długim cyklem życia i stanowi bardzo dobry materiał, który można wielokrotnie wykorzystać jako surowiec wtórny. W technologii betonu szkło odpadowe ma zastosowanie jako niereaktywny wypełniacz lub jako dodatek reaktywny tj. dodatek puculanowy. Materiałem recyklingowym, który można wykorzystać do zapraw cementowych jest między innymi stłuczka szklana. W artykule zostaną przedstawione badania, w których zastąpiono część kruszywa naturalnego o frakcji 0–2 mm (pisaku) kruszywem recyklingowym tj. stłuczką szklaną i szkłem spienionym. Na podstawie badań można stwierdzić, że zastosowania kruszywa recyklingowego jako substytutu kruszywa naturalnego pozwoli na uzyskanie zapraw o zadowalających parametrach wytrzymałościowych oraz nasiąkliwości. Dodatek szkła spienionego (GSS) znacząco wpływa na wytrzymałość i konsystencję zapraw, wraz ze wzrostem ilości szkła spienionego w zaprawach urabialność zapraw pogarszała się. Analizując wyniki badań, zastąpienie 25% kruszywa naturalnego kruszywem recyklingowym pozwoli na zachowanie zadawalających właściwości fizycznych i urabialności zapraw, co potwierdzają również autorzy [2], którzy sugerują, że optymalny procent substytucji kruszywa naturalnego, kruszywem recyklingowym wynosi 25%–30%.

Literatura:

1. Adewoyin O., Adesina A., Performance Evaluation of Thermal-Efficient Lightweight Mortars Made with Expanded Glass as Aggregates, *Journal of Materials in Civil Engineering* 34(5), May 2022
2. Mendoza M., *Masonry mortar design incorporating crushed recycled glass*, *Revista Ingenieria de Construccion* 37(3), December 2022.



Projekt dofinansowano przez Ministerstwo Edukacji i Nauki ze środków z budżetu państwa w ramach programu „Studenckie koła naukowe tworzą innowacje”

24. Odzysk niskotemperaturowego ciepła odpadowego z wykorzystaniem generatorów termoelektrycznych

Mirostaw Mrozek, Andrzej Majcher, Mirostaw Neska, Andrzej Gospodarczyk, Marta Żurek-Mortka

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji
miroslaw.mrozek@itee.lukasiewicz.gov.pl

Obecnie ciepło odpadowe jest przetwarzane w minimalnym stopniu. W większości przypadków jest tracone, co wpływa na bilans energetyczny procesów produkcyjnych. W celu zagospodarowania energii odpadowej jednym z rozwiązań jest wykorzystanie generatorów termoelektrycznych. Znane są prace opisujące wykorzystanie termoelektrycznych generatorów do wytwarzania energii elektrycznej z ciepła niskotemperaturowego, które potwierdzają możliwość ich praktycznego zastosowania. Dotychczasowe rozwiązania wykorzystują głównie procesy odzysku ciepła z gorących spalin, m.in. poprzez zastosowanie innowacyjnych, segmentowych modułów termogeneratorów, których sprawność szacuje się na około 9%. Energia elektryczna wytwarzana z takich ogniw może być wykorzystana bezpośrednio jako prąd stały lub zamieniona na prąd przemienny za pomocą przekształtników DC-AC. W celu efektywnej konwersji energii

cieplnej na energię elektryczną w wymienniku ciepła z wieloma generatorami termoelektrycznymi istotny jest równomierny rozkład temperatury na obudowach poszczególnych modułów po stronie ciepłej i zimnej. Autorzy przeprowadzili badania nad konstrukcją zestawu 20 modułów generatorów termoelektrycznych połączonych szeregowo, która została zaprojektowana tak, aby umożliwić rekonfigurację połączeń elektrycznych poszczególnych generatorów. Wyznaczono wypadkowe parametry elektryczne wymiennika ciepła zbudowanego z wielu pojedynczych modułów metodą charakterystyk prądowo-napięciowych dla jednego zespołu termogeneratora. Potwierdzono poprawność działania systemu oraz zdolność do generowania energii elektrycznej o mocy 83 W przy różnicy temperatur wynoszącej 85 °C pomiędzy stronami termoelektrycznych generatorów, jak również podano warunki niezbędne do zwiększenia efektywności pozyskiwania energii elektrycznej.

25. Stanowisko do badania trwałości ekologicznej cieczy ER

Ireneusz Musiałek

Uniwersytet Jana Kochanowskiego

ireneusz.musialek@ujk.edu.pl

Ciecz eksploatacyjna jest ważnym narzędziem w kontekście ochrony środowiska i zachowania zasobów naturalnych. Badania trwałości ekologicznej cieczy ER mają na celu ocenę wpływu tych substancji na ekosystemy wodne i glebowe oraz określenie, czy są one bezpieczne dla środowiska. Badanie trwałości ekologicznej cieczy ER jest nieodzowne w procesie oceny potencjalnych wpływów tej substancji na środowisko naturalne.

Celem tych badań jest określenie, czy ciecz ER może być stosowana w sposób, który nie zagraża ekosystemom wodnym i glebowym. Badanie cieczy ER przeprowadza się rzeczywistych warunkach jej eksploatacji. Analiza składu chemicznego cieczy jest istotna, aby zidentyfikować

wszystkie substancje obecne w jej składzie. Badania biodegradacji mają na celu ustalenie, czy substancje w cieczy ER ulegają naturalnemu rozkładowi w środowisku. Ocenia się również potencjalne skutki długoterminowe, ponieważ trwałość ekologiczna może zmieniać się w czasie. Zgodność z przepisami i normami ochrony środowiska jest kluczowym aspektem oceny trwałości ekologicznej cieczy ER. Wyniki badań są raportowane w celu zapewnienia transparentności i umożliwienia podjęcia decyzji odnośnie stosowania cieczy ER w konkretnych zastosowaniach.

Badania trwałości ekologicznej cieczy ER są kluczowe dla zapewnienia bezpieczeństwa środowiska naturalnego i ludzi. Wyniki tych badań mogą wpłynąć na decyzje dotyczące stosowania danej cieczy w konkretnych zastosowaniach lub na konieczność wprowadzenia zmian w jej składzie lub użyciu.

26. Wybrane właściwości mechaniczne elementów cienkościennych wytwarzanych technologią przyrostową

Mateusz Musiałek

Politechnika Świętokrzyska

mmusialek@tu.kielce.pl

Elementy cienkościenne to konstrukcje, które charakteryzują się stosunkowo małą grubością w porównaniu do innych wymiarów. Te cienkie elementy mogą mieć różne kształty i funkcje, i są szeroko stosowane w różnych dziedzinach, w tym inżynierii, architekturze i przemyśle. Materiały wzmacniane włóknami to grupa materiałów wykorzystywanych w technologii druku 3D, w których włókna o różnej długości lub rodzaju są wbudowywane w podłoże drukowanej struktury. Te włókna mogą być wykonane z różnych materiałów, takich jak włókno węglowe, włókno szklane, włókno kevlarowe czy włókno metalowe. W badaniach zbadano próbki znormalizowane wydrukowane w technologii FDM. Technologie addytywne, znane również jako technologie druku

3D, odgrywają coraz większą rolę w przemyśle, przynosząc innowacje, skrócenie czasu produkcji i oszczędności kosztów. Druk 3D, znany również jako technologia druku addytywnego, jest innowacyjnym podejściem do produkcji, które polega na tworzeniu obiektów poprzez nanoszenie warstw materiału na siebie. Pozytywne aspekty druku 3D obejmują możliwość produkcji niestandardowych i spersonalizowanych produktów, co pozwala na dostosowanie rozwiązań do indywidualnych potrzeb klientów. Ponadto, druk 3D może zmniejszać ilość odpadów i zużywanych materiałów dzięki efektywnemu wykorzystaniu surowców i produkcji na żądanie.

27. Wpływ mikrofalowej dezintegracji kiszonki kukurydzy na możliwość jej beztlenowego rozkładu

Anna Nowicka, Marcin Zieliński

Uniwersytet Warmiński Mazurski w Olsztynie,

Katedra Inżynierii Środowiska, Wydział Geoinżynierii

anna.grala@uwm.edu.pl

Lignoceluloza z powodzeniem jest przetwarzana na biopaliwa, jednakże ze względu na czynniki ograniczające proces biodegradacji materiału lignocelulozowego musi zostać on wstępnie przygotowany. Procesy dezintegracji biomasy lignocelulozowej prowadzą do zniszczenia zwartych struktur i uwolnienia substancji organicznej do fazy rozpuszczonej w wyniku czego następuje wzrost stężenia łatwo rozkładalnych substancji organicznych. Aby znaleźć wysokoefektywne, wydajne i opłacalne ekonomicznie metody wstępnego przygotowania biomasy przed procesem konwersji badacze stosują różne alternatywne sposoby dezintegracji biomasy. Jak dowodzą badania zastosowanie promieniowania mikrofalowego do obróbki wstępnej kiszonki kukurydzy powoduje wzrost efektywności fermentacji metanowej

Autorzy przeprowadzili obróbkę termiczną kiszonki kukurydzy, próbki biomasy poddano oddziaływaniu mikrofal w obniżonym

ciśnieniu (30 hPa). Przeprowadzono 3 serie dezintegracji mikrofalowej, w których wykorzystano moc mikrofal w zakresie 500–1000 W. Po procesie obróbki wstępnej próbki biomasy skierowano do badań respirometrycznych. Badanie podatności substratu na rozkład beztlenowy w warunkach mezofilowej fermentacji metanowej przeprowadzono przy pomocy Automatycznego Testera Potencjału Wytwórczego Metanu AMPTS II Bioprocess Control. Układ składał się z bioreaktorów umieszczonych w łaźni wodnej, komory reakcyjne zostały podłączone do silników krokowych pozwalających na mieszanie zawartości, biogaz z komór reakcyjnych trafiał do płuczek w których zabsorbowany został CO_2 , ostatni element stanowił układ pomiarowy mikroprzepływu metanu. Po zakończonym procesie fermentacji dokonano analizy chromatograficznej powstającego bioagazu.

Ilość powstającego metanu w próbce kontrolnej, kiszonce kukurydzy nie poddanej mikrofalowej dezintegracji, wynosiła 229 Nml/ $\text{g}_{\text{s.m.}}$. Zawartość metanu w uzyskanej próbce biogazu wynosiła 69%. Zastosowanie mikrofal w celu poprawy wydajności procesu fermentacji poskutkowało 35% wzrostem produkcji metanu, uzyskano wówczas 311 Nml/ $\text{g}_{\text{s.m.}}$, nie odnotowano różnicy w jakości pozyskanego biogazu.

28. Zrównoważone wykorzystanie surowców odpadowych z termicznego przekształcania biomasy w kontekście GOZ

Joanna Poluszyńska¹, Elżbieta Jarosz-Krzemińska²

¹Ścieżka Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych

²Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

Wykorzystanie surowców odpadowych z termicznego przekształcania biomasy w kotłach fluidalnych energetyki zawodowej stanowi odpowiedź na wyzwania Europejskiego Zielonego Ładu oraz inicjatywy

Fit for 55. Polityki te zmierzają do osiągnięcia neutralności klimatycznej oraz całościowej transformacji w UE. Odpady ze spalania biomasy w energetyce i ciepłownictwie stanowią problem z uwagi na to, iż nie można wykorzystać ich w taki sposób jak konwencjonalne UPS ze spalania węgla kamiennego czy brunatnego, w tym w produkcji materiałów budowlanych, produkcji ceramiki budowlanej, w budownictwie drogowym itp. Z takiego zagospodarowania eliminuje się skład chemiczny. W Łukasiewicz-ICIMB opracowano dwa patenty, wspólnie z Akademią Górniczo-Hutniczą oraz partnerem przemysłowym, które opisują możliwości zagospodarowania popiołów lotnych i dennych ze spalania biomasy w energetyce zawodowej, wpisując się jednocześnie w GOZ:

- ▶ **Pat. 240508** Zestaw surowcowy do wytwarzania klinkieru portlandzkiego
- ▶ ze spalania 100% biomasy jako czynniki stabilizujący komunalne osady ściekowe; **Pat.239674** Zastosowanie popiołów lotnych ze spalania biomasy w kotłach fluidalnych energetyki zawodowej do unieszkodliwienia osadów ściekowych

Odpad denny ze spalania biomasy wykorzystany jest jako krzemionkowy surowiec korygujący skład zamiaru surowcowego, z którego wytwarzany jest klinkier portlandzki. Z kolei odpad w postaci popiołów lotnych ze spalania biomasy zastosowano jako czynnik higienizujący i stabilizujący komunalne osady ściekowe.

Literatura:

Ciesielczuk, T.; Rosik-Dulewska, C.; Kochanowska, K. The Influence of biomass ash on the migration of heavy metals in the flooded soil profile—Model experiment. Arch. Environ. Prot. 2014, 40, 3–15

Jarosz-Krzemińska E., Poluszyńska J.; Repurposing Fly Ash Derived from Biomass Combustion in Fluidized Bed Boilers in Large Energy Power Plants as a Mineral Soil Amendment, Energies, MDPI, 2020

Poluszyńska J.; The content of heavy metal ions in ash from waste incinerated in domestic furnaces, Archives of Environmental Protection Vol. 46 no. 2, 2020, 68–73

29. Koncepcja wytwarzania membran filtracyjnych z modyfikowanego PET

Paulina Rajewska^{1,2}, Paweł Parzuchowski², Jolanta Janiszewska¹

¹*Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji*

²*Politechnika Warszawska, Wydział Chemiczny*

Technologie filtracji membranowej należą do grupy technik rozdzielania mieszanin, które ze względu na małą energochłonność i fizyczną podstawę rozdziалу, są z powodzeniem wykorzystywane w procesach produkcyjnych, w szczególności do oczyszczania ścieków i uzdatniania wody [1].

Ze względu na dynamiczny rozwój materiałów polimerowych oraz możliwość ich stosowania w szerokim zakresie warunków eksploatacji, w przemyśle najczęściej wykorzystuje się porowate membrany, wytworzone z takich materiałów jak: PES (polieterosulfon), PVP (poliwinylopirolidon), PAN (poliakrylonitryl), PTFE (poli(tetrafluoroetylen)), PA (poliamid) czy CA (octan celulozy) [2]. Hydrofobowe właściwości tych materiałów czynią jednak wytwarzaną membranę podatną na sorpcję zanieczyszczeń organicznych z separowanych roztworów (zjawisko *foulingu*). Jest to problem, który w największym stopniu limituje użyteczność polimeru jako materiału do wytwarzania membran filtracyjnych z przeznaczeniem do zastosowania w procesach ciśnieniowych, ponieważ w znacznym stopniu ogranicza „żywołność membrany” [3]. Z tego względu aktualnie prowadzone badania membran filtracyjnych ukierunkowane są na poszukiwanie nowych, konkurencyjnych i tanich rozwiązań materiałowych o pożądanych właściwościach separacyjnych. Odpowiedzią na to wyzwanie mogą być membrany z łatwo dostępnego politereftalanu etylenu (PET), który charakteryzuje się odpowiednią odpornością chemiczną i mechaniczną, przy zachowaniu niezbędnej elastyczności. Pomimo wielu zalet PET istnieją ograniczenia w jego zastosowaniu do stosowanych metod wytwarzania membran, tj. elektroprzędzenia i inwersji faz.

W pracy przedstawiono koncepcję modyfikacji struktury PET oraz wytwarzania z uzyskanego materiału membran filtracyjnych z zastosowaniem metody mokrej inwersji faz.

Parce realizowane są w ramach VI edycji Programu Doktorat Wdrożeniowy.

Literatura:

1. Figoli A., Criscuoli A.: "Sustainable Membrane Technology for Water and Wastewater Treatment" w: Green Chemistry and Sustainable Technology, Wydawnictwo Springer, 2017.
2. Wang P., Ma J., Shi F., Ma Y., Wang Z., Zhao X.: Industrial & Engineering Chemistry Research 2013, 52, 31. doi.org/10.1021/ie303289k
3. Alresheedi M. T., Barbeau B., Basu O. D.: Separation and Purification Technology 2019, 209, 452. doi.org/10.1016/j.seppur.2018.07.070

30. Specjalizowane komory do badania emisji lotnych związków organicznych

Mariusz Siczek, Łukasz Łożyński, Tomasz Samborski, Ewa Wasiak, Andrzej Zbrowski

*Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji.
mariusz.siczek@itee.lukasiewicz.gov.pl*

Lotne związki organiczne (LZO lub VOC [ang. Volatile Organic Compounds]) to grupa węglowodorów, które łatwo przechodzą w postać pary lub gazu, a ich temperatura wrzenia mieści się w zakresie 50 – 250 °C. Są to substancje toksyczne i bardzo szkodliwe dla zdrowia ludzi. LZO są emitowane przez szeroką gamę produktów.



Rys. 1. Zespół sześciu komór badawczych wraz z modułami przygotowania powietrza

Przykładami źródeł ich emisji są: spaliny pojazdów, procesy przemysłowe i produkty gospodarstwa domowego. Monitorowanie i regulacja emisji LZO odgrywają kluczową rolę w poprawie jakości powietrza, ochronie zdrowia ludzkiego i łagodzeniu wpływu tych związków na środowisko. Stężenia wielu związków LZO są wyższe (nawet dziesięciokrotnie) w pomieszczeniach zamkniętych niż na zewnątrz.

Poster przedstawia zaprojektowane oraz wykonane w Sieci Badawczej Łukasiewicz – Instytucie Technologii Eksploatacji (Ł-ITEE) komory środowiskowe do badania emisji lotnych związków organicznych. Przedstawiono możliwości prowadzenia badań normatywnych oraz ponadnormatywnych z wykorzystaniem w/w aparatury badawczej. Zaprezentowano różne warianty wykonania komór wraz z modułami przygotowania powietrza, które znajdują się w ofercie handlowej Ł-ITEE.

31. Optymalizacja procesu doboru nowoczesnych materiałów w wytwarzaniu przyrostowym z wykorzystaniem systemu doradczego

Kinga Skrzek

Fundacja Platforma Przemysłu Przyszłości

kinga.skrzek@fppp.gov.pl

Plakat koncentruje się na optymalizacji procesu doboru nowoczesnych materiałów w kontekście wytwarzania przyrostowego, wykorzystując zaawansowany system doradczego. Współczesne technologie, takie jak druk 3D, umożliwiają tworzenie przedmiotów z różnorodnych materiałów, w tym kompozytów, metali i ceramiki zaawansowanej. Na plakacie omawiane są różne aspekty tej problematyki, w tym znaczenie właściwego doboru materiałów do konkretnych zastosowań oraz korzyści wynikające z automatyzacji tego procesu przy pomocy systemów doradczych. Autorka podkreśla rolę dostosowywania projektów do dostępnych materiałów, optymalizacji konstrukcji i personalizacji produktów. Rozważane są także kwestie związane z zastosowaniem danych sensorycznych i algorytmów optymalizacji w celu osiągnięcia lepszych wyników.

32. Fermentacja grzybem kombucha jako nowoczesny sposób przetwarzania produktów ubocznych z winnic w kierunku otrzymania nowych surowców kosmetycznych

Natalia Stanek-Wandzel¹, Magdalena Zarębska¹, Tomasz Wasilewski^{1,2}, Zofia Hordyjewicz-Baran¹, Ewa Zajszyt-Turko¹, Magdalena Tomaka¹

¹Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ciężkiej Syntezy Organicznej „Blachownia”

²Uniwersytet Radomski

natalia.stanek@icso.lukasiewicz.gov.pl

Produkcja wina jest procesem wieloetapowym, w którym powstaje ogromna ilość odpadów, zazwyczaj wyrzucanych lub wykorzystywanych jako kompost. Jednym z głównych produktów ubocznych winnic są pędy winorośli, w tym szypułki. Są one usuwane przed procesem winifikacji, ponieważ ich obecność podczas fermentacji zwiększa cierpkość, wpływając negatywnie na właściwości organoleptyczne produkowanego wina [1]. Szypułki są bogate w ligninę, celulozę, azot i potas, dlatego też są w dużym stopniu kompostowane na polu lub spalane. Jednak charakteryzują się one również wysoką zawartością związków bioaktywnych tj.: kwasów fenolowych, flawonoidów, białek i stilbenów [2]. Biorąc pod uwagę potencjał bioaktywny pozostałych związków, zagospodarowanie tego typu odpadów przemysłowych jest bardzo ważne. Istnieje duże zainteresowanie w wykorzystaniu produktów ubocznych z uprawy winogron jako dodatków do kosmetyków. W ostatnim czasie dużą popularność zyskała fermentacja surowców roślinnych, która prowadzi do uzyskania cennych związków pochodzenia naturalnego, które wykazują korzystny wpływ na zdrowie człowieka [3].

W ramach prowadzonych badań porównano potencjał przeciwutleniający oraz skład związków bioaktywnych w ekstraktach z szypulek winogron z ekstraktami uzyskanymi po fermentacji grzybem kombucha

[SCOBY]. Wykazano, że uzyskane ekstrakty posiadają potencjał aplikacyjny i mogą z powodzeniem być wykorzystane w procesie wytwarzania kosmetyków.

1. M. Troilo, Foods. 2021, 10(2), 342.
2. I. Gouvinhas, Polyphenols in Plants. 2019, 381.
3. BS. Sivamaruthi, Int J Appl Pharm. 2018, 10(4), 31.

33. Mikroogniwo biologiczne – alternatywna metoda produkcji energii elektrycznej

Adam Starowicz, Paulina Rusanowska, Marcin Zieliński

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

adam.starowicz@uwm.edu.pl

W obliczu globalnych wyzwań związanych z wyczerpywaniem się tradycyjnych źródeł energii oraz narastającym problemem zanieczyszczenia środowiska, mikrobiologiczne ogniwa paliwowe stają się znaczącym polem badań i innowacji. Ta zaawansowana technologia może przyczynić się nie tylko do poprawy jakości wody i oczyszczania ścieków, ale także do produkcji cennej energii elektrycznej, co sprawia, że stanowi obiecujący kierunek w dziedzinie zrównoważonego rozwoju i ochrony środowiska naturalnego. Technologia mikroogniw biologicznych opiera się na wykorzystaniu bioelektrochemicznej aktywności katalitycznej mikroorganizmów, które są zdolne do przekształcania organicznych substratów obecnych w ściekach w energię elektryczną. Zaprezentowane są tu najnowsze osiągnięcia naukowe z zakresu oczyszczania ścieków przy wykorzystaniu mikrobiologicznych ogniw paliwowych. Kluczowe aspekty tej technologii zostały szczegółowo przeanalizowane. W szczególności skupiono się na wydajności procesu oczyszczania, zdolności do efektywnego usuwania substancji organicznych oraz efektywności wytwarzania energii elektrycznej w jednym procesie.

34. Synteza oraz analiza struktury semikrystalicznych materiałów poliuretanowych otrzymanych bez stosowania fosgenu i diizocyjanianów

**Dominik Wołosz¹, Paweł Grzegorz Parzuchowski¹,
Magdalena Mazurek-Budzyńska¹, Maria Balk², Grzegorz Węgrzyk³,
Joanna Ryszkowska³
dominik.wolosz@pw.edu.pl**

¹*Politechnika Warszawska, Wydział Chemiczny*

²*Helmholtz-Zentrum Hereon, Institute of Active Polymers*

³*Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Materiałowej*

Ze względu na doskonałe właściwości mechaniczne i użytkowe, poliuretany (PU) należą do jednych z najszerzej otrzymywanych materiałów polimerowych na świecie. Zazwyczaj są one syntezowane w wyniku poliaddycji stopniowej polioliu, diizocyjanianu i małowcząsteczkowego diolu (przedłużacza łańcucha). Problematiczna jest jednak toksyczność diizocyjanianów, ich wrażliwość na wilgoć oraz tendencja grup izocyjanianowych do tworzenia struktur kowalencyjnie usieciowanych.

W związku z powyższym naszym celem było otrzymanie materiałów poliuretanowych (NIPCU) bez stosowania fosgenu oraz diizocyjanianów. Jako ich prekursorzy wykorzystano dwutlenek węgla i jego proste pochodne organiczne węglany. Prekursorami sztywnych segmentów NIPCU były bis[2-hydroksyalkilokarbaminiany] otrzymane z węglanu etylenu i odpowiednich, ~~6~~diamin, podczas gdy jako prekursorzy segmentów elastycznych zastosowano oligowęglanodiole. Naszym celem była także odpowiednia modyfikacja struktury oraz zawartości prekursorów segmentów sztywnych i elastycznych NIPCU, tak aby otrzymane polimery były semikrystaliczne.

Strukturę i właściwości otrzymanych NIPCU zbadano za pomocą spektroskopii NMR i FT-IR, spektrometrii mas MALDI-ToF, DSC i testów mechanicznych.

Przedstawiona metoda syntezy NIPCU umożliwiła otrzymanie materiałów PU o właściwościach mechanicznych i termicznych analogicznych jak w przypadku klasycznych struktur.

35. Stanowiska do badania pomp ciepła i rekuperatorów

**Andrzej Zbrowski, Andrzej Zacharski, Łukasz Łożyński,
Tomasz Samborski**

*Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji.
andrzej.zacharski@itee.lukasiewicz.gov.pl*

Podczas badań jest odtwarzany rzeczywisty proces odzysku ciepła przez badaną centralę, co pozwala na wyznaczenie jej sprawności. W przypadku badania centrali z pompą ciepła wykorzystywany jest strumień powietrza stanowiący dolne źródło ciepła badanej pompy. Testowane są również centrale wykorzystujące wymienniki ciepła powietrze-powietrze łącznie z pompami ciepła w warunkach odtwarzających rzeczywiste środowisko eksploatacji. Badania służą do identyfikacji charakterystyk eksploatacyjnych central zgodnie z normami PN-EN 308 i PN-EN-13141-7. Wyniki badań stanowią formalne potwierdzenie ich parametrów technicznych. Możliwość elastycznego modelowania warunków pracy badanego obiektu pozwala na realizację testów rozwiązań modelowych i prototypowych w ramach prac badawczo-rozwojowych.

36. Odpady roślinne z polskich winnic jako surowiec do wytwarzania wartościowych komponentów kosmetycznych

**Ewa Zajszy-Turko¹, Tomasz Wasilewski^{1,2},
Zofia Hordyjewicz-Baran¹, Natalia Stanek-Wandzel¹,
Magdalena Zarębska¹, Magdalena Tomaka¹**

¹Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ciężkiej Syntezy Organicznej „Blachownia”

²Uniwersytet Radomski

ewa.zajszly@icso.lukasiewicz.gov.pl

W ostatnich latach obserwuje się w Polsce rosnące zainteresowanie uprawą winorośli i produkcją wina. Wzrost areалу winnic generuje coraz większą ilość odpadów, takich jak wytloki z winogron, szypułki, łodygi, liście, pąki i młode pędy, a także zdrewniałe łozy winorośli usuwane zimą. Biorąc pod uwagę wszystkie aspekty związane ze zrównoważonym rozwojem, prowadzone są prace nad możliwościami wykorzystania tego typu odpadów w procesach biotechnologicznych lub do produkcji surowców dla przemysłu spożywczego czy kosmetycznego.

W niniejszej pracy przeanalizowano możliwość wykorzystania odpadów z winnic do produkcji pełnowartościowych surowców kosmetycznych. Do badań wybrano odpady materiału roślinnego z różnych odmian winorośli uprawianych w winnicy na Opolszczyźnie. Poszczególne rodzaje odpadów przetworzono na komponenty kosmetyczne metodą ekstrakcji rozpuszczalnikowej i micelarnej. Otrzymane ekstrakty przeanalizowano pod kątem zawartości substancji cennych z kosmetycznego punktu widzenia oraz zbadano ich zdolność antyoksydacyjną.

Wytłoki z winogron, szypułki i łodygi okazały się cennymi surowcami odpadowymi. Otrzymane na ich bazie składniki kosmetyczne charakteryzowały się wysoką zawartością polifenoli, takich jak flawonole, flawanole i stilbeny oraz kwasy organiczne¹⁻².

Literatura, zgłoszenia patentowe:

1. T. Wasilewski, Z. Hordyjewicz-Baran, M. Zarębska, N. Stanek, E. Zajszy-Turko, M. Tomaka, T. Bujak, Z. Nizioł-Łukaszewska, "Sustainable Green Processing of Grape Pomace Using Micellar Extraction for the Production of Value-Added Hygiene Cosmetics", *Molecules* 2022, 27, 2444.
2. Zgłoszenia patentowe: żel pod prysznic P.440544, preparat do mycia skóry i do demakijażu P.440550, preparat do mycia rąk P.440553, szampon P.440554, płyn do higieny intymnej P.440549 oraz mydło w płynie P.440551

37. Profilowanie chemiczne wycieków winogronowych: nowe kierunki badań

Magdalena Zarębska¹, Zofia Hordyjewicz-Baran¹, Tomasz Wasilewski^{1,2}, Natalia Stanek-Wandzel¹, Ewa Zajszyt-Turko¹, Magdalena Tomaka¹

¹*Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ciężkiej Syntezy Organicznej "Blachownia"*

²*Uniwersytet Radomski, Wydział Inżynierii Chemicznej i Towaroznawstwa
magdalena.zarebska@icso.lukasiewicz.gov.pl*

W ostatnich latach w Polsce zaobserwowano wzrost zainteresowania uprawą winorośli i produkcją wina, co skutkuje zwiększonym generowaniem produktów ubocznych, takich jak wycieki. Przewodzone badania koncentrowały się na możliwości wykorzystania produktów ubocznych z produkcji wina w Polsce do pozyskiwania cennych surowców dla otrzymania produktów kosmetycznych z wykorzystaniem nowatorskiego procesu Chemicznej Ekstrakcji Pożytkowej [ang. Loan Chemical Extraction, LCE].

Uzyskane wyniki badań wykazały, że ekstrakty oparte na wyciekach winogronowych uzyskane drogą LCE zawierają szereg cennych związków kosmetycznych, takich jak kwasy organiczne, związki fenolowe, aminokwasy i cukry oraz cechują się naturalnymi odcieniami czerwieni.

Otrzymane ekstrakty zostały wykorzystane do wytwarzania naturalnych kosmetyków, posiadających wysokie stężenie



Rys. 1. Idea badań wycieków winogronowych pod kątem profilowania chemicznego.

składników aktywnych. Takie podejście stanowi efektywną alternatywę dla wykorzystania pozostałości po produkcji wina i przyczynia się do rozwoju ekologicznej gospodarki zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju.

38. Polihydroksyuretany adsorbujące dwutlenek węgla: zdolności adsorpcyjne i ich degradacja

Arkadiusz Zimny, Paweł Parzuchowski

*Politechnika Warszawska, Wydział Chemiczny, Katedra Chemii
i Technologii Polimerów
arkadiusz.zimny.dokt@pw.edu.pl*

Szybki wzrost stężenia dwutlenku węgla w powietrzu zwraca uwagę badaczy na problemy z nim związane. CO₂ jest emitowany do atmosfery w wyniku naturalnych procesów takich jak erupcje wulkanów, pożary lasów czy oddychanie, ale też wynikających z działalności człowieka, czyli spalanie paliw kopalnych, wylesianie i procesy technologiczne. Od lat 60. ubiegłego wieku stężenie CO₂ w atmosferze wzrosło o ponad 30%. Wzrostowi stężenia dwutlenku węgla w atmosferze przypisuje się takie zjawiska jak ocieplenie klimatu, topnienie lodowców i powstawanie anomalii pogodowych. Rozwiązaniem tego problemu może być rozwój technologii CCS (Carbon Capture and Storage/Sequestration), które skupiają się na wyłapywaniu już zawartego w atmosferze dwutlenku węgla lub wprost z instalacji technologicznych oraz na przetwarzaniu go lub przechowywaniu w bezpieczny sposób. Obecnie użytkowane i rozwijane technologie opierają się na pochłanianiu dwutlenku węgla przez wodorotlenki sodu lub wapnia, żywice jonowymiennne i adsorbenty funkcjonalizowane aminami. W prezentowanych badaniach zaproponowano związanie aktywnej aminy w łańcuchu polihydroksyuretanu zdolnej do selektywnej sorpcji dwutlenku węgla z powietrza atmosferycznego. Badane podejście ma za zadanie zwiększenie stabilności termicznej oraz ograniczenie ucieczki aminy ze złoża sorbentu. Podobne podejście zostało zaproponowane we wcześniejszych pracach.

Zsyntezowano i zbadano polimeryczne adsorbenty otrzymane na bazie aminy oraz biskyklicznych węglanów. Produkty zostały zbadane technikami FTIR, HNMR oraz poddane analizie elementarnej, w celu potwierdzenia otrzymania polihydroksyuretanu oraz ustalenia ilości grup aminowych. Następnie otrzymane polimery osadzono na krzemionce koloidalnej

i celulozie mikrokrystalicznej. Adsorbenty te zostały zbadane pod kątem zdolności adsorpcji dwutlenku węgla z powietrza i trwałości termicznej w warunkach regeneracji złoża z użyciem autorskiej aparatury oraz miernika Horiba APCA 370. Otrzymane sorbenty w warunkach standardowych 25°C i 30–60% wilgotności były w stanie zaadsorbować do 72,6 mgCO₂/g adsorbenta i być stabilne termicznie przez co najmniej 5 cykli regeneracji w temperaturze 90°C i atmosferze powietrza, bez spadku wydajności adsorpcji. Otrzymane polihydroksyuretany poddano starzeniu w warunkach regeneracji złoża w celu symulacji procesów degradacji, które następnie przeanalizowano metodami spektroskopii FTIR oraz ¹H i ¹³C NMR, w celu poznania mechanizmu degradacji.

39. Koncepcja stanowiska do badania systemu zamykania obiegu wody w wodorowej instalacji energetycznej

Andrzej Majcher, Mirosław Neska, Mirosław Mrozek, Andrzej Gospodarczyk, Marta Żurek-Mortka, Anna Kowalik-Klimczak, Monika Łożyńska, Maciej Życki

*Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji
marta.zurek-mortka@itee.lukasiewicz.gov.pl*

Zmiany zachodzące w sektorze energetycznym w Europie polegają na zwiększeniu wolumenu energii elektrycznej pochodzącej z odnawialnych źródeł energii, a także do racjonalnego i zrównoważonego wykorzystywania zasobów i surowców energetycznych. Stwarza to również przestrzeń do wykorzystania technologii wodorowych, które w zamierzeniach Komisji Europejskiej, stanowiąc będą jeden z filarów transformacji

europejskiego rynku energii. Wykorzystanie wodoru w innowacyjnych rozwiązaniach staje się istotnym kierunkiem badawczo-rozwojowym. Kluczową kwestią wciąż pozostaje produkcja i magazynowanie wodoru. Jednym z typów procesów produkcji wodoru jest otrzymywanie go na drodze elektrolizy wody. W klasycznej wodorowej instalacji energetycznej wodór jest wytwarzany w elektrolizerze, który jest zasilany energią elektryczną pochodzącą ze źródeł odnawialnych lub z sieci elektroenergetycznej oraz wodą o odpowiednich parametrach fizykochemicznych. Następnie wodór jest sprężany i magazynowany w zbiorniku ciśnieniowym w postaci gazu, oraz dalej jest dostarczany do ogniwa paliwowego, w którym następuje zamiana energii chemicznej gazu na energię elektryczną. Produktem ubocznym jest woda, która może być zawracana w obiegu zamkniętym do wejścia systemu instalacji wodorowej. Problemem jest jakość wody doprowadzanej do elektrolizera. Niniejsza prezentacja przedstawia koncepcję stanowiska do badania systemu zamykania obiegu wody w wodorowej instalacji energetycznej. Pierwotnym źródłem (wejściem systemu) będzie woda odzyskiwana w wodorowym ogniwie paliwowym, ale może nim być także woda wodociągowa czy ścieki o różnym składzie. Przedstawione zostaną również aspekty bezpieczeństwa związane z budową i eksploatacją instalacji wodorowej, mające na celu wskazanie potencjalnych miejsc zagrożenia bezpieczeństwa i zdrowia oraz wyeliminowanie ich w przyszłości.

40. Wstępne badania nad opracowaniem metody utylizacji zużytych membran polimerowych

**Maciej Życki, Anna Kowalik-Klimczak, Paweł Radulski,
Edyta Osuch-Słomka**

*Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji
maciej.zycki@itee.lukasiewicz.gov.pl*

Niniejsza praca przedstawia potencjalne zastosowanie metod termicznego przetwarzania odpadu w postaci zużytych membran filtracyjnych. W pierwszym etapie membrany zostaną poddane osuszeniu oraz rozdrobnieniu po wstępnym demontażu elementów składowych

membrany. Tak przygotowany materiał poddawany jest obróbce termicznej (pirolizie) czego efektem jest wytworzenie pirolizatu o potencjalnych właściwościach sorpcyjnych lub energetycznych. Pirolizie poddano membrany wykonane z polieterosulfonu (PES) oraz poliamidu (PA-TFC) w przedziale temperatur 400–600 °C w atmosferze dwóch różnych gazów inertnych: N₂ oraz CO₂. Przepływ gazów inertnych przez komorę wynosił 5L/min. Wytworzone w ten sposób pirolizaty poddano analizie z wykorzystaniem technik spektroskopii fourierowskiej w podczerwieni (FTiR) oraz skaningowego mikroskopu elektronowego (SEM) w celu określenia morfologii oraz struktury chemicznej pirolizatów. Dla obydwu typów membran stwierdzono obecność grup funkcyjnych umożliwiających adsorpcję metali oraz strukturę porowatą, która umożliwi potencjalne zatrzymywanie zanieczyszczeń. Przeprowadzone wstępne badania potwierdziły możliwość zagospodarowania zużytych filtrów membranowych do wytwarzania materiałów o potencjale sorpcyjnym lub energetycznym.

Skład, łamanie i druk:

Wydawnictwo Naukowe

ŁUKASIEWICZ – Instytut Technologii Eksploatacji

